

ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

ANNÉE 1926

THÈSE

N° 135

POUR

LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE (DIPLOME D'ÉTAT)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1926

Par **Eugène SIMONNET**

Né à Bourdenay (Aube) le 30 avril 1871

DES BESOINS NUTRITIFS DES VOLAILLES

EN VUE

DE LA PRODUCTION ÉCONOMIQUE DES OEUFS

JURY { *Président* : MM. MARCEL LABBÉ, professeur à la Faculté de Médecine.
 { *Assesseurs* { DECHAMBRE } professeurs à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort
 NICOLAS }

PARIS

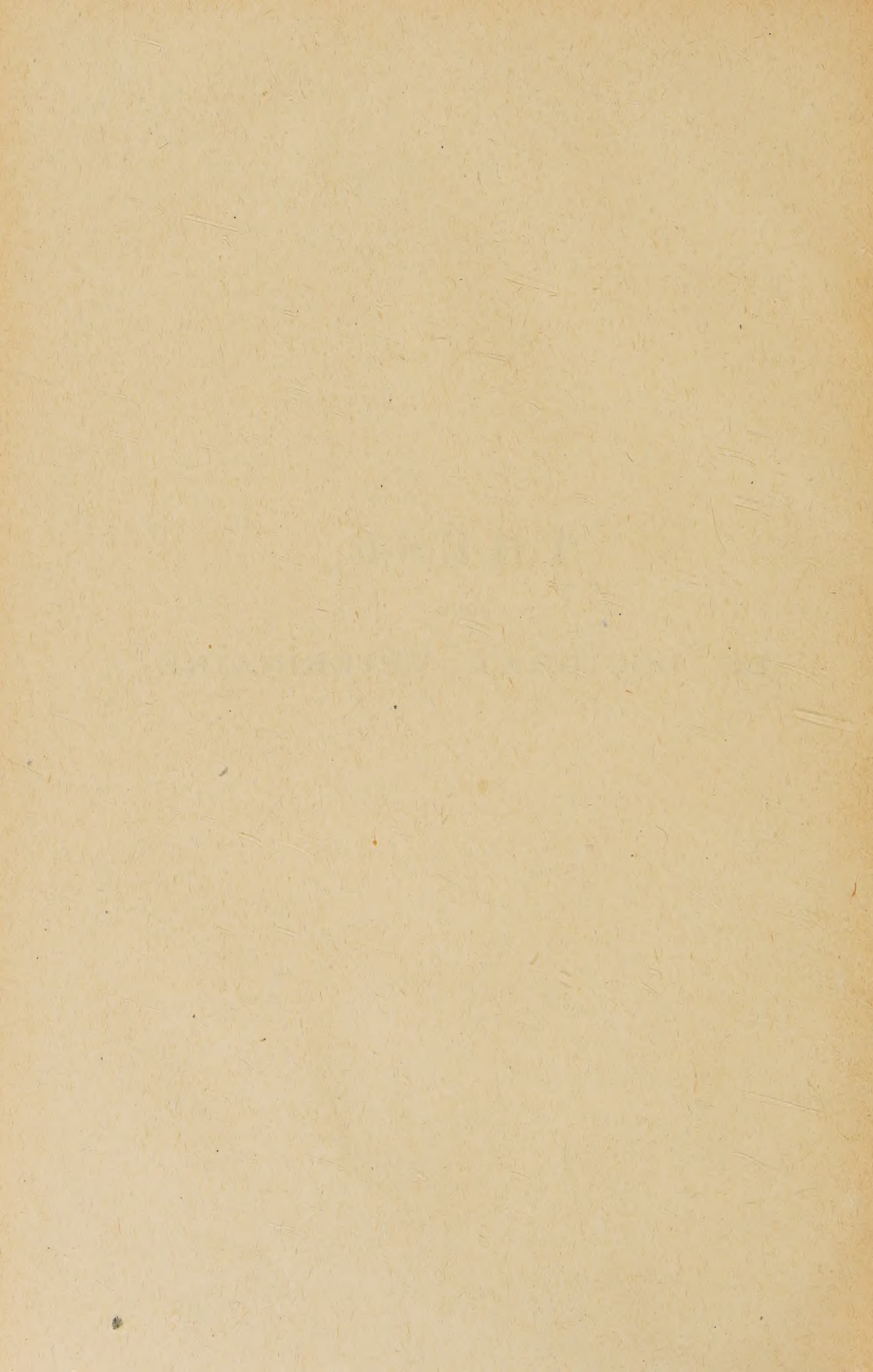
VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS
23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1926

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE



ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

ANNÉE 1926

THÈSE

N° 135

POUR

LE DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLÔME D'ÉTAT)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1926

Par **Eugène SIMONNET**

Né à Bourdenay (Aube) le 30 avril 1871

DES BESOINS NUTRITIFS DES VOLAILLES

EN VUE

DE LA PRODUCTION ÉCONOMIQUE DES ŒUFS

JURY { *Président*: MM. MARCEL LABBÉ, professeur à la Faculté de Médecine.
 { *Assesseurs* { DECHAMBRE }
 NICOLAS } professeurs à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1926

CORPS ENSEIGNANT DE L'ÉCOLE D'ALFORT

Directeurs honoraires : MM. P.-J. CADIOT et H. VALLÉE

Directeur : Professeur E. NICOLAS

Professeurs honoraires : MM. G. BARRIER, Inspecteur général honoraire
des Écoles vétérinaires, P.-J. CADIOT, A. RAILLIET, H. VALLÉE

PROFESSEURS

	MM.
Anatomie descriptive des mammifères domestiques.	BOURDELLE
Physiologie, thérapeutique générale, matière médicale.	MAIGNON
Physique et chimie médicales, toxicologie, pharmacie	NICOLAS
Parasitologie et maladies parasitaires, clinique; histoire naturelle médicale.	HENRY
Pathologie médicale des équidés et des carnassiers, clinique; séméiologie et propédeutique; jurisprudence	ROBIN
Pathologie chirurgicale des équidés et des carnassiers, clinique; anatomie chirurgicale, médecine opératoire et ferrure.	COQUOT
Pathologie bovine, ovine, caprine, porcine et aviaire, clinique; médecine opératoire, obstétrique	G. MOUSSU
Pathologie générale et microbiologie, maladies microbiennes et police sanitaire, clinique	PANISSET
Histologie et embryologie, anatomie pathologique, inspection des denrées alimentaires; autopsies	G. PETIT
Hygiène et agronomie; zootechnie et économie rurale	DECHAMBRE

CHEFS DE TRAVAUX

MM. DELMER

LEBLOIS

LESBOUYRIES

MM. MONVOISIN

R. MOUSSU

J. VERGE



La Faculté de Médecine et l'École Vétérinaire déclarent que les opinions émises dans les dissertations qui leur sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation, ni improbation.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. le Professeur Marcel LABBÉ

*Qui nous a fait l'honneur d'accepter la Présidence de cette thèse :
Nous le prions d'agréer nos plus respectueux remerciements.*

A M. le Professeur Paul DECHAMBRE

Témoignage de profonde sympathie.

A M. le Professeur E. NICOLAS

Directeur de l'Ecole Vétérinaire d'Alfort.

Hommage très respectueux.

DES BESOINS NUTRITIFS DES VOLAILLES

EN VUE

DE LA PRODUCTION ÉCONOMIQUE DES ŒUFS

AVANT-PROPOS

La nécessité d'une alimentation rationnelle et économique s'impose de plus en plus impérieusement à l'attention des éleveurs, et en général, de tous les propriétaires d'animaux. Quel que soit le but de l'exploitation animale, qu'il s'agisse de la production du travail, de la viande, du lait, etc., les rations doivent être établies de façon à obtenir le maximum de rendement tout en évitant le gaspillage.

Il est bien évident que ce rendement sera d'autant plus élevé que les sujets auront été plus rigoureusement sélectionnés en vue de leur but utilitaire. Quant au gaspillage il sera d'autant moindre que les aliments auront été bien choisis et préparés, les rations mieux établies, les principes nutritifs scientifiquement associés pour assurer un métabolisme complet des espèces alimentaires.

Ces rationnements sont aujourd'hui grandement facilités par les brillantes découvertes faites en biochimie pendant cette dernière décade. Nous exposerons au cours de cette étude, les nouvelles acquisitions scientifiques qui permettront, dans un avenir prochain, une meilleure utilisation des aliments.

Si les prix élevés et presque prohibitifs de certains aliments concentrés sont compensés par une vente plus rémunératrice des produits, il n'en est pas moins nécessaire d'étudier très attentivement, en vue des économies importantes qu'on y peut réaliser, les problèmes d'alimentation du bétail.

Dans le courant du siècle dernier ils ont fait l'objet d'études très approfondies : de nombreuses expériences longues et délicates, des pesées et des analyses minutieuses ont conduit les zootechniciens et les physiologistes à formuler des rations de croissance, d'entretien, de travail et d'engraissement pour la plupart des animaux de la ferme.

Pour les volailles, rien, en France tout au moins, n'a été fait dans cette voie. Aussi il n'y a pas lieu de s'étonner du marasme et de l'exploitation primitive de nos bassescours.

Par contre, au Canada, aux États-Unis, au Danemark, où l'aviculture s'est placée au premier rang des industries agricoles, tous les problèmes relatifs à l'élevage, la sélection et l'alimentation des volailles ont été étudiés avec le plus grand soin. Des formules de mélanges alimentaires sont périodiquement déterminées et publiées. La récolte d'une céréale est-elle déficitaire, qu'immédiatement les laboratoires des stations se mettent à l'étude et donnent aux éleveurs les renseignements nécessaires, pour modifier et compléter les rations d'une façon économique.

Dépourvus d'une telle organisation, nous estimons qu'il appartient aux coopératives de producteurs, aux syndicats d'éleveurs de créer des centres d'expérimentation indépendants, où ils pourront orienter leurs recherches sur les points spéciaux intéressant leurs besoins et leurs buts commerciaux.

Une longue pratique rurale nous a permis d'observer combien la basse-cour est mal exploitée. Les quelques dizaines de millions de volailles élevées en France, sont, dans la presque totalité des cas, entretenues dans des conditions déplorables : mal logées, insuffisamment nourries, jamais sélectionnées, elles ne donnent que des résultats insignifiants ou nuls : leur moyenne de ponte est ridiculement basse.

Aujourd'hui, plus de 10 millions de personnes s'occupent plus ou moins d'élevage d'animaux de la basse-cour; dans nos campagnes, il n'est pas une ferme, une chaumière qui n'ait son élevage; dans nos bourgades, dans les faubourgs même de nos grandes villes, tous ceux qui possèdent un coin de cour ou de jardin, y installent quelques poules et lapins pour aider à subvenir aux besoins de la famille.

— Les procédés d'élevage les plus variés et les plus empiriques y sont en usage depuis toujours.

On ne peut pratiquement ni les définir, ni les classer, Cependant, en se basant sur les conditions d'exploitation,

ils peuvent être répartis en trois grandes classes assez bien délimitées :

1^o Le petit élevage ou **élevage ménager**. Il constitue le poulailler familial; son importance varie de quelques poules à une cinquantaine. Nous le caractérisons surtout par ce fait que les volailles sont confinées dans une cour plus ou moins exigüe, ou même dans une volière. Elles sont nourries exclusivement par les distributions qui leur sont faites; elles n'ont ni parcours ombragé, ni verdure. Cet élevage est très répandu; nous en voyons des spécimens variés, mais répondant toujours au même type dans la plupart des domaines, des propriétés d'agrément, chez tous les cultivateurs maraîchers et fruitiers de notre région, chez tous les propriétaires, employés et ouvriers, disposant de quelques mètres de terrain.

D'une façon générale, l'entretien en est très onéreux et le rapport presque nul;

2^o **L'élevage agricole**. — C'est la basse-cour de toutes les fermes de nos villages et de nos hameaux. Les volailles ont la liberté de circuler dans les cours, hangars, écuries, granges, vergers, pâtûres et champs environnants.

En plus des distributions souvent trop parcimonieuses, les volailles trouvent sur la ferme une abondante nourriture variée, excepté toutefois en hiver. Les couvées réussissent en général bien.

Ce sont ces élevages qui alimentent nos marchés en œufs et volailles;

3^o **L'élevage industriel**. — Il constitue une spécialisation dans l'exploitation des diverses branches de l'aviculture.

A l'étranger, particulièrement aux Etats-Unis, cet élevage est très répandu et très prospère. Les éleveurs se spécialisent, au plus grand avantage de la clientèle, dans la production des œufs de consommation, des œufs à couvrir, des poussins d'un jour, des poulettes, des producteurs et des reproducteurs.

En France, l'élevage industriel commence timidement à percer.

Il est inutile de dresser le bilan de notre exploitation avicole, pour comprendre qu'elle aurait besoin d'une profonde réorganisation. La production des œufs, qui doit constituer le principal revenu de la basse-cour, ne pourra être utilement et économiquement entreprise, qu'après une *modernisation des procédés d'élevage, une transformation hygiénique du poulailler, une sélection rigoureuse des pon-*

deuses, un choix judicieux des reproducteurs, une modification complète des méthodes et des principes d'alimentation.

De plus, les lois économiques régissant et régularisant les transactions commerciales ne doivent être ni méconnues, ni négligées.

Ne pouvant, dans ce cadre restreint, donner à tous ces grands problèmes avicoles le développement qu'ils comportent, nous nous sommes limités à l'étude de l'une des questions les plus importantes : **l'alimentation.**

Dans l'état actuel de nos connaissances scientifiques, nous estimons qu'il serait prématuré, de vouloir établir des formules précises de rationnement des animaux de la basse-cour.

Cependant, nous inspirant des récentes découvertes en biochimie alimentaire, nous nous sommes efforcés de rassembler des données sur les besoins nutritifs des volailles, en vue de la production économique des œufs, en nous tenant le plus possible, dans les limites d'une application pratique.

CHAPITRE PREMIER

DES BESOINS NUTRITIFS DES VOLAILLES EN VUE DE LA PRODUCTION ÉCONOMIQUE DES ŒUFS

INTRODUCTION

En 1856, Henri MAGNE, écrivait déjà :

Il n'y a pas d'animaux qui donnent moins de profit que les animaux maigrement nourris : Cette proposition de MATHIEU de DOMBASLE n'offre pas d'exception. Pour obtenir des produits du cheptel, il faut nourrir abondamment. Avec de bons aliments les animaux se développent bien et rapidement; ils deviennent robustes et bien conformés et peuvent travailler et se reproduire plus jeunes. Le surplus de nourriture distribué est payé par un travail plus précoce et par la plus value des animaux.

Si, à cette époque, les produits de la basse-cour avaient eu l'importance économique qu'ils ont aujourd'hui, le professeur MAGNE, aurait certainement ajouté, que les poussins copieusement et rationnellement nourris, se transforment en quatre à cinq mois, en poulettes prêtes à pondre ou en chapons gras et dodus.

Or, d'une façon générale, les volailles sont mal nourries, tant au point de vue de la quantité que de la qualité des aliments. Dans les fermes, les quelques poignées de grains, qu'on leur jette sont tout à fait insuffisantes; si, en été, les poules pourvoient elles-mêmes dans une certaine mesure à leurs besoins, comment, et avec quoi peuvent-elles produire des œufs, lorsque les jours trop courts de la saison hivernale leur laissent à peine le temps de trouver leur ration d'entretien? Au printemps, si elles ont la liberté,

elles trouvent dans les champs, les vergers, les prairies, une abondante provision d'insectes et une succulente nourriture verte qui les remettent des déficiences de l'hiver. Les poulettes tardives se réveillent et achèvent une croissance, qui leur permettra il est vrai de produire quelques œufs en fin de saison, mais à une époque, où les prix très bas ne sont plus rémunérateurs.

Dans les petites exploitations, elles sont enfermées dans une cour où elles ne peuvent trouver aucun complément à la maigre distribution qui leur est faite. En d'autres endroits, elles sont soit dans un coin de cour aménagé en volière, soit dans de petits poulaillers artistiquement décorés, mais où tous les jours la *même sorte de grains* leur est plus ou moins parcimonieusement distribuée.

Quels résultats peut-on obtenir de sujets entretenus dans de telles conditions? L'élevage des poussins est impossible et désastreux, le production des œufs ou la consommation des sujets d'élevage ne peut pas couvrir les frais de nourriture.

Il est même certains propriétaires de volailles, qui prétendent les nourrir suffisamment pour ce qu'elles rapportent. Avec un tel raisonnement, où l'on confond l'effet avec la cause, on arriverait même à ne plus les nourrir du tout : c'est un peu le cas qui se présente dans beaucoup de nos fermes où les poules, logées dans un taudis innomable, doivent pourvoir à leur nourriture.

Dans la production économique des œufs, l'alimentation est un facteur des plus importants.

Comme le disait si justement le professeur MAGNE, « avec de *bons aliments* les animaux se développent bien et rapidement, ils deviennent robustes et bien conformés et peuvent travailler et reproduire plus jeunes ».

M. le professeur DECHAMBRE, est non moins affirmatif quand il écrit :

Le développement hâtif qui a de si heureuses conséquences sur le rendement économique, repose en partie sur la *pratique de l'alimentation rationnelle*.

Pour M. Raoul GOUIN :

La cause première du développement d'un organisme réside essentiellement dans la faculté avec laquelle il peut satisfaire aux besoins de son existence et notamment à *son alimentation complète*. Ce prin-

cipe est fondamental pour tout ce qui vit... Pour perfectionner un bétail il n'y a qu'une seule méthode, c'est d'assurer une *large alimentation* aux animaux à toutes les périodes de leur existence et surtout dans le jeune âge lorsque l'organisme se forme. Le croisement et la sélection interviendront seulement en seconde ligne comme auxiliaires.

D'après M. le professeur VOITELLIÉ :

La ponte est une fonction physiologique considérablement modifiée par la domestication et entièrement sous la dépendance de l'*appareil digestif*.

D'ailleurs, quelques paysannes avisées ne disent-elles pas avec raison que « les poules pondent avec le bec ». De tous les animaux de la ferme, ce sont elles qui transforment le plus rapidement les matières alimentaires (graines, son, etc...) en produits de consommation (viande ou œufs).

Le Docteur W. H. JORDAN de New-York, dans une étude comparative sur la production d'une poule Leghorn et d'une vache de Jersey, donne les chiffres suivants. Le rapport entre le poids des matières sèches du corps de la poule et des œufs qu'elle a pondus (200) dans une année est de 1 à 5,50. Le même rapport entre le poids des matières sèches du corps entier d'une vache Jersey et du lait qu'elle a donné dans une année est de 1 à 2,9. D'après le poids des matières sèches la poule produit donc presque deux fois autant que la vache.

De tout ce qui précède, il résulte que le rendement des pondeuses dépend en majeure partie de l'alimentation, de la capacité digestive des sujets et conséquemment de leur puissance d'assimilation. Ces différents facteurs sont intimement liés ensemble. Insuffisamment nourris, les poussins se développent mal, restent chétifs et tardifs. Une ration de ponte bien calculée, distribuée à des sujets mal conformés donnera des résultats médiocres, quelquefois même nuls. Seuls des sujets sains et vigoureux, normalement et complètement développés, pourront être soumis à une alimentation intensive comprenant tout d'abord, une ration d'entretien, et en plus, une forte ration de production. Pour obtenir de tels sujets, c'est au sortir de la coquille qu'il faut commencer une alimentation rationnelle et abondante et la continuer d'une façon méthodique jusqu'à la fin de leur carrière économique.

L'étude de cette question ne peut être utilement abordée

qu'après une révision sommaire de l'anatomie de l'appareil digestif et du métabolisme des aliments à travers le tractus intestinal.

Il est également nécessaire de connaître les différents principes nutritifs avec des détails qui paraîtront peut-être superflus, pour l'alimentation des volailles : il est de plus indispensable d'examiner quels sont les besoins de l'organisme au cours de la croissance et surtout pendant la période de ponte.

Autrefois, lorsque le bétail devait consommer exclusivement toutes les récoltes de la ferme, tout complément à ce régime eut semblé inutile et onéreux. Aujourd'hui, c'est un fait acquis, et tous les propriétaires soucieux de leur élevage n'hésitent pas à distribuer des aliments concentrés, riches en azote, souvent très coûteux, destinés à activer la croissance et à augmenter la production.

Les résultats obtenus ont montré ce qu'une alimentation rationnelle peut donner avec des sujets sélectionnés en vue d'un but déterminé soit production de viande, de lait, etc... Les mêmes méthodes appliquées aux volailles sélectionnées en vue de la production des œufs, doivent donner des résultats identiques.

ANATOMIE DE L'APPAREIL DIGESTIF DES GALLINACÉS

L'appareil digestif de la poule comprend : le bec, le pharynx, l'œsophage, le jabot, l'estomac et l'intestin.

Le **bec** est constitué par un double dispositif corné formant les mâchoires ou mandibules, l'une supérieure, courte, épaisse, pointue, recourbée de façon à emboîter et recouvrir l'inférieure plus courte, plus petite dans laquelle se loge la langue ; celle-ci, un peu rigide, à pointe légèrement cornée a la forme d'un fer de flèche ; elle est garnie de papilles à sa base.

Le **pharynx**, n'est que la continuation de la bouche : à sa partie inférieure s'ouvrent le larynx et l'œsophage.

L'**œsophage**, qui fait suite au pharynx, est un large canal à parois extensibles : des glandes lenticulaires disséminées dans l'épaisseur de sa muqueuse secrètent un mucus facilitant la déglutition et préparant la digestion des aliments. Dans sa portion cervicale, il présente une dilatation ovoïde,

très extensible, appelée **jabot**. C'est un réservoir dans lequel les aliments séjournent, temporairement avant de passer dans l'estomac.

L'**estomac** proprement dit des gallinacés se compose de deux parties.

a) Un premier compartiment appelé **ventricule succin-turié** ou estomac glanduleux, qui fait suite à l'œsophage dont il semble être le prolongement : fusiforme, à parois épaisses, il est tapissé régulièrement de nombreuses petites glandes dont l'orifice fait saillie sur la muqueuse.

b) Le deuxième compartiment stomacal ou **gésier** de forme ovoïde, légèrement aplati est constitué par des muscles puissants à texture fine et serrée ; sa face interne est tapissée par une membrane coriace, fortement teintée en jaune par les sucs digestifs. Il contient toujours des débris alimentaires fibreux, des graines et surtout de nombreux petits cailloux de silex.

L'**intestin** à sa sortie du gésier forme une anse logeant entre ses branches le pancréas. Cette première portion est désignée sous le nom d'anse duodénale ou duodénum. Vient ensuite une partie plus longue, libre, flottante dont la portion terminale porte accolée deux appendices appelés **cœcums**.

Les **cœcums** délimitent par leur position le gros et le petit intestin. Ce sont deux culs-de-sac dilatés à leur extrémité libre, et dont l'ouverture intestinale est protégée par des valves formées par des replis de la muqueuse. Ces valves arrêtent les matières solides et laissent pénétrer seulement les liquides intestinaux. La dernière partie ou **gros intestin** se dilate pour constituer le **cloaque**, sorte de poche commune aux organes digestifs et génito-urinaires. Elle s'ouvre au dehors par l'**anus**.

L'appareil digestif comprend en outre des organes glandulaires dont les sécrétions servent à la digestion des aliments. Les plus importants sont :

Le **foie**, de couleur brun chocolat chez les gallinacés, est une glande volumineuse divisée en deux lobes, dont le droit porte une vésicule biliaire. La bile est déversée dans le duodénum par deux canaux séparés ; l'un partant de la vésicule biliaire, l'autre procédant directement des deux lobes du foie.

Le **pancréas** logé dans l'anse duodénale, secrète le liquide pancréatique qui passe dans le duodénum par de nombreux canaux. C'est le véritable agent des digestions.

DIGESTION

La digestion est la fonction qui a pour but de rendre absorbable c'est-à-dire apte à passer dans le torrent circulatoire, les aliments destinés au développement de l'organisme, à la réparation des tissus et à l'entretien des fonctions.

Chez les volailles, et plus particulièrement chez les poussins, la digestion est très rapide, cependant, elle est sous la dépendance de l'état des aliments et des conditions dans lesquelles se trouvent les oiseaux.

Les grains sont d'autant mieux et plus rapidement digérés qu'ils sont plus finement divisés et moulés. Des observations très intéressantes ont été faites sur la rapidité du passage de la nourriture dans le tube digestif. Chez un poulet vigoureux de un kilos environ ou chez une poule en pleine activité de ponte, cette traversée se fait en trois heures trente, tandis qu'elle est de huit heures chez une poule ne pondant pas et de onze à douze heures chez une couveuse. Le jabot d'une poule, bien rempli au moment du coucher, est vide vers une heure du matin.

La digestion commence dans le jabot où les aliments humectés par la salive et l'eau de boisson, sont portés à la température du corps. DUCLAUX a montré que chez les pigeons, les grains en particulier subissent l'action du bacillus amylobacter qui dissout et fait fermenter la cellulose. Maintenus pendant quelques heures dans le jabot, les aliments passent ensuite progressivement et lentement dans le ventricule succinturié pour gagner le gésier. Le cours des matières alimentaires est d'ailleurs subordonné au fonctionnement de cet organe qui est chargé de la trituration finale, et ne les abandonne qu'au fur et à mesure de leur écrasement (LAULANIE).

Nous avons eu plusieurs fois l'occasion d'observer à l'autopsie des engorgements du gésier provoqués par des amas de paille, des particules fibreuses, du crin, des poils, etc. tamponnés en un bouchon obstruant les deux compartiments gastriques.

Le ventricule succinturié constitue le véritable estomac des granivores. Les nombreuses glandes de sa muqueuse secrètent le suc gastrique qui imprègne les aliments à leur

passage, mais la digestion stomacale ne peut s'effectuer qu'après le broyage et la trituration complète des matières alimentaires dans le gésier.

Si le rôle mécanique de cet organe n'est plus mis en doute en raison de sa conformation anatomique, il n'en est pas de même du gravier qu'il contient toujours, en plus ou moins grande quantité. Nous reviendrons d'ailleurs sur cette question. Dans le gésier, pendant la mastication gastrique, les albuminoïdes sont attaqués par la pepsine et l'acide chlorhydrique et transformés partiellement en peptones. Dans l'intestin, les graisses sont émulsionnées par la bile et saponifiées par le suc pancréatique, les hydrates de carbone sont saccharifiés et transformés en glycose, les albuminoïdes sensibilisées par le suc gastrique sont peptonisées par la trypsine pancréatique puis transformées par l'érepsine du suc intestinal en une série d'acides aminés absorbés sous cette forme.

D'un bout à l'autre du tube digestif, les réactions se succèdent ayant toutes pour but, la transformation des matières alimentaires en produits assimilables. Toutes les sécrétions depuis le bec jusqu'à l'anus, sont en relation physiologique, les unes avec les autres, de sorte que l'action de l'une prépare la suivante et ainsi de suite. Les intestins renferment en outre une flore très riche en ferments figurés, levures, bacilles, etc. etc. dont le rôle est très variable et souvent indéterminé. Les uns aident à la digestion et à l'assimilation, les autres lui sont nuisibles, soit par les réactions qu'ils provoquent, soit par les toxines qu'ils élaborent.

L'**absorption** se fait dans l'intestin; la muqueuse intestinale augmentée de ses valvules et villosités offre une immense surface par où acides aminés, glycose et savons pénètrent dans la circulation. Grâce au cheminement lent des matières alimentaires dans le tube intestinal, une très faible proportion échappe à la digestion dans un organisme normal. Les résidus de la digestion sont rejetés au dehors avec l'urine qui forme comme une coiffe blanche sur les matières fécales.

La digestion et l'absorption des aliments sont sous la dépendance absolue d'un appareil digestif bien développé. De son fonctionnement dépendent la santé et la vigueur des volailles et conséquemment leur production.

De la capacité abdominale.

En raison de son importance nous devons mentionner ses caractéristiques anatomiques. Le ventricule succinturié, le gésier, les intestins, les glandes digestives et l'appareil génito-urinaire sont logés dans la cavité abdominale. Placée sous la colonne vertébrale et occupant presque toute sa longueur, elle est formée de chaque côté par les parois costales et à sa partie inférieure par le bréchet. En arrière elle est fermée par plusieurs plans musculaires constituant la paroi abdominale.

Les organes internes pour remplir leur rôle physiologique exigent une cavité abdominale profonde, spacieuse et extensible. Ainsi, il est établi que l'ovaire et l'oviducte d'une bonne poule en pleine période de ponte sont environ vingt fois plus développés que sur une poule au repos. Nous avons à plusieurs reprises constaté des oviductes de Wyandotte mesurant 55 centimètres de long. Cette hyperactivité des organes génitaux a pour corollaire indispensable un développement similaire des organes digestifs car il s'établit une corrélation entre ces deux fonctions qui deviennent ainsi dépendantes l'une de l'autre. Conséquemment une très bonne pondeuse doit avoir une capacité abdominale suffisante pour contenir ces organes et leur assurer un fonctionnement régulier, surtout pendant les périodes de grande production.

Cette capacité est approximativement indiquée par l'écartement entre les os pelviens et la pointe du sternum ou bréchet; chez une bonne pondeuse il varie entre trois et cinq doigts, quelquefois plus. On le mesure en plaçant les doigts contre la paroi abdominale, l'index appliqué immédiatement au-dessous des os pelviens. Sans revenir sur l'anatomie de la région, il est très facile de se rendre compte que cet écartement est très variable même sur des sujets de même race. Il dépend de l'état de santé, de l'alimentation, de la conformation et surtout de la longueur du bréchet. Plus le bréchet est court, c'est-à-dire moins la cavité abdominale est profonde plus l'écartement est grand. Il est donc préférable de rechercher un sternum long, ménageant une plus grande place aux organes internes. Les trop nombreuses volailles ayant une ligne sternale courte, arrondie, sont moins qualifiées pour la ponte. D'autre part, les organes internes au

moment de leur pleine activité fonctionnelle font pression sur le bréchet, l'abaissent et augmentent ainsi la cavité abdominale. Dans l'appréciation de ce caractère, il faut donc tenir compte de la conformation générale du sujet et de l'état de l'abdomen.

Certains aviculteurs, avec juste raison, attachent une grande importance à la longueur du sternum. *Long*, il participe au support des organes digestifs et reproducteurs : en leur servant en partie de base d'insertion, il soulage les muscles abdominaux qui doivent expulser les œufs et participe au brassage et à l'acheminement des matières alimentaires dans le tractus intestinal. *Court* : les muscles abdominaux sous la pression des organes subissent progressivement un relâchement qui détermine ces abdomens tombants, mous que nous observons chez certaines volailles. Il en résulte une atonie progressive des organes internes, une diminution de la ponte et des troubles digestifs et génitaux de toutes sortes. Le sternum doit donc se prolonger horizontalement en arrière de façon à ménager une grande capacité abdominale bien soutenue et aider ainsi les muscles abdominaux à maintenir un parfait équilibre fonctionnel chez les grandes pondeuses.

État de l'abdomen.

Au cours des sélections, la palpation révèle souvent des poules en parfaite condition, lourdes, présentant un abdomen bien développé mais dur, épais, compact. Cet état est dû à une accumulation de graisse dans les parois abdominales, dans le péritoine pariétal et viscéral. C'est la conséquence d'une alimentation défectueuse et surtout du manque d'exercice; on l'observe fréquemment sur les volailles de races lourdes; les mauvaises pondeuses, paresseuses, ont une tendance marquée à l'engraissement. Chez les poules maigres, malades, l'abdomen est rétracté et dur : ou bien il est très dilaté, mou, flasque, débordant en arrière et traînant presque à terre (hydropisie, péritonite chronique, tuberculose abdominale). Ces différentes particularités de l'état de l'abdomen seront surtout appréciées pour la sélection des pondeuses et l'épuration du poulailler : elles permettront de choisir les sujets de consommation et d'éliminer les volailles chétives et malades.

L'abdomen d'une bonne pondeuse doit donner à la palpation une sensation de souplesse, d'élasticité, de « pliability ». Il doit être rempli sans être dur. Dans ces conditions les muscles abdominaux, par leurs contractions, activent la circulation des matières intestinales et facilitent ainsi les digestions.

MASTICATION GASTRIQUE ET ROLE DU GRAVIER

Nous ne pouvons terminer la physiologie de l'appareil digestif des volailles sans traiter spécialement le rôle du gravier, si intimement lié à la mastication gastrique et conséquemment à la digestion. Chez les granivores, comme les poules, se nourrissant de graines souvent petites, dures et d'aliments plus ou moins fibreux, la digestion ne peut s'effectuer qu'après le broyage de ces matières. C'est le gésier, ainsi que nous l'avons vu précédemment, qui a charge de cette fonction. Avec les contractions de ses puissantes parois musculaires pourrait-il, seul, moudre les grains, réduire en bouillie les insectes, les parcelles de viande, les particules fibreuses, etc...? Certainement non, s'il n'était pas aidé dans cette fonction par une pincée de gravier.

Cette question soulève encore, de nombreuses controverses. Certains aviculteurs prétendent que son rôle se borne à fournir à la poule sa ration de matières minérales et la chaux nécessaires à la formation de la coquille.

Ce rôle alimentaire du gravier est certes indiscutable, mais dans quelle proportion et par quel processus? Il est bien évident que sous l'influence connue du broyage il y a une usure progressive, une sorte d'érosion libérant de fines particules de matières minérales. Mélangées au suc gastrique elles sont soumises à l'action de l'acide chlorhydrique, ainsi que les autres substances calcaires et alimentaires qui sont également dans le gésier. Que se passe-t-il dans cette réaction? Qu'advient-il des corps ainsi formés?

Le silex dont la composition est approximativement la suivante : silice insoluble 42 %; oxyde de fer et d'albumine 11,6 %; carbonate de chaux 36,7 %; sulfate de chaux 1,3 %; carbonate de magnésie 4,2 %, est à peu près inattaquable par l'acide chlorhydrique. Or chez la poule vivant en liberté, on ne trouve presque que des silex. Si elle les

ingérait pour satisfaire à tous ses besoins en sels minéraux elle manquerait très rapidement de chaux.

On connaît peu de choses sur les réactions que subissent les matières minérales pendant la digestion. Qu'advient-il des composés minéraux formés en milieu acide dans le gésier, lorsqu'ils passent en milieu alcalin dans l'intestin?

Si la poule pondeuse ingérait du gravier, uniquement pour y trouver toute la chaux dont elle a besoin, son instinct guiderait son choix sur une pierre calcaire plus tendre et très riche en carbonate de chaux. Comment expliquer que des pondeuses en captivité pendant des mois puissent retenir dans leur gésier 70 %, du silex original, si ce n'est pour aider à la mastication gastrique. Les volailles ingurgitent peut-être des pierres calcaires tendres en grande proportion, mais à l'autopsie on ne trouve que les plus résistantes. L'analyse chimique seule pourrait déterminer le rôle alimentaire des différents cailloux ingérés par la poule.

Voici l'opinion de M. F. W. HARDY, chimiste anglais sur cette question :

Quelques écrivains disent que les oiseaux ramassent des cailloux à cause des matières minérales qu'ils contiennent, mais l'acide chlorhydrique contenu dans le gésier n'a aucune action sur la silice. Les volailles ramassent des cailloux dans un seul but, pour aider au broyage de leur nourriture par les puissantes parois musculaires du gésier. A ce propos la pierre tendre n'est pas aussi utile que le silex. Etant plus tendre que ce dernier elle est graduellement dissoute par l'acide chlorydrique et transformée en carbonate de chaux soluble.

Au cours de nombreuses autopsies, nous avons fait les observations suivantes : chez les poussins de tout âge comme chez les volailles adultes, on ne trouve que du silex si les oiseaux sont en liberté. Dans les petits poulaillers on répand fréquemment l'hiver des escarbilles de charbon et des grains de mâchefer. On trouve alors dans le gésier des poules, vivant dans ces conditions une très forte proportion de ces matières. Il y a tout lieu de croire qu'elles ne se sont pas trompées, elles ont ramassé du mâchefer pour maintenir dans leur gésier suffisamment de corps durs, assurant ainsi une mastication gastrique normale.

Pour se rendre compte du rôle mécanique du gravier dans la mastication gastrique on peut faire la petite expérience suivante : laisser tremper pendant quelques heures dans l'eau tiède un mélange de grains variés (blé, avoine, maïs, sarrasin). Triturer et malaxer très énergiquement

entre les deux mains une poignée du mélange. Renouvelez la même opération pendant le même temps avec une autre poignée de grains à laquelle on ajoute une pincée de gravier, ensuite procéder à un examen comparatif.

Dans la première poignée, des grains seront seulement plus ou moins aplatis; dans la deuxième, ils seront broyés, déchiquetés, et conséquemment plus aptes à être digérés dans un temps plus court. Sous les puissantes contractions du gésier, les matières alimentaires pressées contre les graviers sont écrasées, et réduites en une bouillie qui passe progressivement dans le duodénum. A l'autopsie, on ne trouve dans le gésier que les particules fibreuses résistant à la trituration.

Il y a quelques années nous fûmes consultés pour des poulets de deux mois environ « ne poussant pas ». Depuis leur naissance, ils étaient tenus dans une cour pavée et cimentée, où ils ne pouvaient trouver un grain de gravier, mais autour des murs ils pouvaient picorer le plâtre et les pierres tendres pour satisfaire à leurs besoins en chaux. Au moment de ma visite, ils étaient nourris exclusivement de sarrasin non concassé. L'un d'eux, sacrifié immédiatement, présentait un gésier rempli de grains de sarrasin entiers, non broyés, par contre, pas la plus fine parcelle de gravier. Les poulets mouraient de faim avec un gésier rempli de grains. Du gravier de route mis dans un coin de la cour a de suite fait changer l'état des sujets; après quinze jours ils n'étaient plus reconnaissables. D'ailleurs les Américains disent avec juste raison : avant d'alimenter des jeunes poussins il faut leur donner des dents, et à cet effet ils distribuent tout d'abord un gravier spécial très fin.

Si le rôle du gravier au point de vue alimentaire est très limité, son rôle mécanique est indiscutable. Voici d'ailleurs l'opinion de quelques savants sur le rôle mécanique du gravier : nos éminents physiologistes CHAUVEAU et ARLOING considèrent les cailloux silicieux comme de véritables dents artificielles qu'un admirable instinct porte les oiseaux à avaler et contre lesquels sont broyés les aliments sous l'effort des muscles triturateurs.

Le gésier n'a qu'un rôle mécanique, il triture les aliments en s'aidant chez les granivores des graviers qu'ils ingurgitent instinctivement dans ce but écrit M. MEGNIN.

D'après le Dr KAUPP, dans son anatomie de la poule domestique : /

Le gésier est pourvu de parois musculaires qui avec l'aide du gravier réduisent complètement la nourriture en fines particules.

Le Dr H. E. REESER de l'Institut sérothérapique de Rotterdam, écrit dans son rapport au premier Congrès d'aviculture :

Les dents faisant défaut, l'estomac (surtout des granivores), est devenu un véritable estomac musculaire. A l'aide des petits cailloux avalés la nourriture prise par les oiseaux est broyée finement.

Pour WARD et GALLAGHER :

Le gésier agit mécaniquement en broyant les aliments, et sert à remplacer les dents.

Le professeur H. R. LEWIS, un des aviculteurs les plus distingués des Etats-Unis écrit :

Les oiseaux n'ont pas de dents pour moudre leur nourriture; cette mastication a lieu par contraction musculaire dans le gésier. Afin que cette fonction soit bien remplie, du silex anguleux, doit être présent pour aider à réduire la nourriture en bouillie. Plus il est dur et anguleux, meilleur il est.

Nous terminerons cette discussion en rappelant les expériences de MM. DAVIS BUCKNER et HOLMES MARTIN sur le rôle du gravier et le métabolisme des matières minérales.

Ces auteurs constituèrent 6 lots de 10 poulettes Leghorn de même origine, nées et élevées dans des conditions absolument identiques. Pendant les huit mois qui suivirent le 1^{er} décembre 1920, ces 6 lots reçurent une ration normale complétée par les matières inorganiques suivantes : lot 1, rien : lot 2, gravier à volonté : lot 3, gravier et coquilles d'huîtres à volonté : lot 4, gravier et craie à volonté : lot 5, craie à volonté : lot 6, phosphate naturel à volonté.

Au 1^{er} décembre elles furent enfermées sans possibilité de courir au dehors, ce qui excluait toute chance, pour elles, d'obtenir, de la nourriture ou, des matières minérales d'une source extérieure. Au commencement de l'expérience, deux poulettes de même provenance, furent sacrifiées, leur gésier contenait une moyenne de 18 gr. 4 de gravier.

A la fin de l'expérience, le 1^{er} août 1921, les sujets encore vivants furent tués et leur gésier examiné. Il conte-

nait pour chaque lot, les quantités indiquées dans le tableau ci-joint.

Grammes de gravier restant dans le gésier des poules à la date indiquée				Poids de matières minérales absorbées par les poules en 8 mois			
Date	N° du lot	Nombre de poules	Gravier	Gravier	Coquilles d'huîtres	Craie	Phosph. naturel
1/12/1920	témoin	2	18.4				
1/8/1921	témoin	1	23	Kgs	Kgs	Kgs	Kgs
1/8/1921	1	4	12.6	—	—	—	—
—	2	6	14.2	4.484	—	—	—
—	3	4	9.7	2.763	3.035	—	—
—	4	6	12.1	1.404	—	1.268	—
—	5	4	4.3	—	—	2.083	—
—	6	5	5.4	—	—	—	2.129

On constate que pour les lots 1, 2, 3, 4, la quantité de gravier restant dans le gésier était sensiblement la même, tandis qu'elle était beaucoup moindre dans les lots 5 et 6. D'autre part, à la même date une poule née le même jour que celles placées en observation, mais qui avait été tenue en liberté avait 23 grammes de gravier dans son gésier.

Il est nécessaire de remarquer que cette poule de huit mois plus âgée que les sujets sacrifiés au début de l'expérience avait le jabot plus développé.

En résumé, il résulte de ces recherches que les sujets du lot 1 ont retenu dans le gésier 70 % du gravier.

Les sujets du lot 2 en ont retenu 80 %.

Les lots 3 et 4 qui avaient reçu avec le gravier des coquilles d'huîtres ou de la craie, en avaient fait à peu près le même usage que les poules du lot 1. On peut expliquer ces résultats par l'incapacité de la poule à distinguer le gravier des matériaux solubles ou tendres, de telle sorte que la quantité moyenne de gravier serait seulement retenue. Par contre dans les lots 5 et 6, ne recevant que des matériaux solubles ou tendres, craie ou phosphate, les poules

étant incapables de retenir à leur guise le gravier, celui-ci s'échappe et il n'en reste plus à la fin de l'expérience qu'une petite quantité, 25 % environ.

Les graviers trouvés dans les gésiers examinés étaient bien arrondis aux angles et un peu plus petits sur les oiseaux d'expérience que sur les témoins.

La quantité de craie consommée par le lot 5, fut approximativement la même que celle du phosphate absorbé par le lot 6. Cela indique que ces deux matières ont servi aux mêmes fins et ont eu le même rôle dans le gésier. Le poids du gravier pris par le lot 3 est à peu près le même que celui des coquilles d'huîtres. Cela semble confirmer l'inaptitude des poules, à distinguer les deux matières placées dans des trémies voisines. Le même fait s'observe pour le lot 4, pour lequel les poids de gravier et de craie absorbés sont sensiblement les mêmes.

Le Dr A. ZAITSCHEK rapporte qu'après dix semaines d'expérience 6 poules qui recevaient du gravier *ad libitum* en avaient 13 grammes dans le gésier alors que les témoins qui n'en recevaient pas en avaient retenu 6 grammes seulement.

Un de nos sujets d'expérience avait encore, après six mois de captivité, 5 gr. 5 de gravier. Un jeune coq Wyandotte après trois mois de séquestration en avait encore 9 gr. 30.

La ponte a seulement pour objet la continuation de l'espèce et non la production de nourriture pour l'homme. Nous pensons qu'à la poule sauvage, sa nourriture normale fournit tout ce qui lui est nécessaire en calcium et en autres matériaux pour la production de son nombre relativement faible d'œufs, mais qu'à sa descendante domestiquée, l'addition de gravier devient nécessaire pour lui permettre d'activer la digestion d'une forte quantité de nourriture, et lui procurer ainsi, les grosses quantités de principes nutritifs et autres matériaux, indispensables à sa ponte intensifiée. Et, finalement, cette opinion nous semble justifiée par ce fait qu'il n'y a pas, à notre connaissance dans le règne animal, d'autre exemple où une matière minérale soit essentielle pour l'accomplissement normal d'une fonction physiologique (BUCKNER et MARTIN).

Dans une série d'expériences faites en 1925-26 par ces mêmes auteurs des poulettes Leghorn, complètement privées de gravier, ont été élevées jusqu'à l'âge de 8 mois : leur alimentation se composait de maïs écrasé, blé, mash

sèche, lait de beurre, poudre d'os, déchets de viande finement moulus, poudre de charbon.

A l'aide de témoins entretenus dans des conditions normales ils ont fait les observations suivantes : Aucun changement dans la rapidité de croissance; production presque équivalente; même poids total à la fin de l'expérience. Les gésiers des sujets n'ayant pas reçu de gravier étaient un peu plus lourds (31 gr. 7 au lieu de 27 gr. 6) par contre le contenu était beaucoup moins important (0 gr. 9 de cendres au lieu de 11 gr. 8).

M. JULL de Genève (N. Y.) à la suite d'expériences identiques conclut que le gravier est pratiquement nécessaire pour assurer une digestion économique des grains entiers.

Dans les fermes de nos campagnes où les poules vivent en liberté, cette question du gravier ne se pose pas. Sur les routes les volailles en trouvent une abondante provision de toutes dimensions. Mais l'éleveur qui confine ses poules dans un coin de cour, dans une volière ou un poulailler de ponte devra pourvoir à ce besoin.

CHAPITRE II

DES MATIÈRES ALIMENTAIRES

Qu'est-ce qu'un aliment?

« L'aliment acquiert maintenant sa véritable signification et doit désormais recevoir une définition précise. Il était considéré surtout comme servant à la réparation des tissus; or, cette destination n'est dévolue qu'à une seule catégorie d'aliments, aux albuminoïdes qui ont une si grande analogie d'ailleurs avec les tissus corporels. Mais ce n'est pas là son unique fonction. L'aliment quelle que soit sa composition chimique, remplit une fonction beaucoup plus importante qui se retrouve partout où il existe, partout où pénètre un principe alimentaire; cette fonction c'est l'apport d'une provision d'énergie en puissance ou énergie potentielle qui se transforme dans le corps, en force vive. (Professeur GERMAIN SÉE 1893).

M. J. BLIER a très heureusement résumé cette définition.

Pour tout organisme l'aliment est une recette d'énergie.

Les aliments sont des substances introduites dans l'organisme, d'abord pour subvenir à des dépenses d'énergie, et ensuite pour fournir les matériaux de croissance ou de réparation. (LAPICQUE et ARLOING).

L'organisme emprunte au milieu extérieur *la matière* et *l'énergie*.

La matière nécessaire à l'édification des tissus, à leur réparation au fonctionnement des glandes, etc. Il existe un besoin de matières dont la grandeur et la nature sont variables avec les circonstances...

L'énergie nécessaire à la réalisation des travaux chimiques (synthèses) et des travaux mécaniques que l'organisme exécute et au maintien de sa température... (H. SIMONNET).

Les volailles doivent trouver dans leur alimentation
1° les éléments nécessaires au fonctionnement physiologique de l'organisme; 2° les matériaux indispensables à la formation et à la réparation des nouveaux tissus; 3° pendant la période de production les matières servant à l'élaboration des œufs.

Les besoins nutritifs des volailles, en vue de la production économique des œufs doivent donc remplir cette triple destination.

Le problème de l'alimentation ne s'est jamais posé pour la poule Bankiva de la Jungle Indienne. Il n'a qu'une importance tout à fait relative pour la poule de nos exploitations rurales vivant en liberté et produisant 50 à 70 œufs pendant l'année. Pour les bonnes pondeuses donnant annuellement de 120 à 200 œufs et plus, l'alimentation devient une question plus complexe exigeant une connaissance sérieuse de tous les problèmes de l'élevage avicole. Quelle que soit l'utilité productive des animaux, qu'ils nous fournissent du travail, de la viande, du lait ou de la laine, la production est en général, indépendante de la fonction de reproduction. Chez les volailles au contraire *c'est aux mêmes organes et à la même fonction que nous devons l'élaboration du facteur d'utilité économique, l'œuf*. Cette particularité impose-t-elle une alimentation spéciale? Nous verrons ultérieurement qu'il n'en résulte pas une différence très appréciable.

On peut donc diviser la vie de la poule en deux périodes bien distinctes : la période de croissance et la période de production qui commence à la maturité des sujets.

La première est de beaucoup la plus délicate, car les poussins exigent non seulement un ensemble de conditions hygiéniques très favorables mais surtout une alimentation suffisamment riche pour assurer leur croissance rapide. Ainsi ils atteindront plus tôt leur maturité sexuelle qui se traduira par une ponte précoce. Si les éclosions sont bien réglées l'éleveur peut s'assurer une production hivernale très rémunératrice.

La deuxième période, dite de production, est complètement dépendante de la première. La réussite des couvées est une garantie pour la production des poulettes, auxquelles il faut donner non seulement une ration d'entretien mais en plus une forte ration de ponte.

Quelle que soit la période que l'on envisage, les besoins nutritifs des volailles ne pourront être satisfaits qu'autant qu'elles recevront :

- a) Des aliments à prédominance plastique (protéines et sels minéraux).
- b) Des aliments à prédominance calorique (grasses).
- c) Des aliments à prédominance énergétique (principes hydro-carbonés).
- d) Des facteurs complémentaires de la nutrition (vitamines).

D'après H. SIMONNET une ration d'entretien dans l'état actuel de nos connaissances, doit renfermer :

1^o Les aliments oxydables apportant l'énergie nécessaire en quantité proportionnée aux conditions d'environnement du sujet.

2^o Des substances qui ne sont pas utiles par la quantité d'énergie que leur combustion représente, substances spécifiquement indispensables, dites naguère *substances plastiques* et que nous appelons *substances élémentaires fondamentales, substances systatiques*. Dans ces substances nous distinguons celles qui jouent le rôle de catalyseurs (substances catalytiques) : fer, calcium, zinc..., de celles qui représentent les matériaux des synthèses essentielles de l'organisme animal (substances systatiques exogènes); ces dernières comprenant à côté des éléments minéraux et des acides aminés indispensables, les vitamines. (L. RANDOIN et H. SIMONNET.)

Ces différentes espèces alimentaires n'ont pas toutes la même importance. Quelques-unes sont absolument indispensables pour maintenir l'existence vitale des sujets (acides aminés et vitamines) alors que d'autres sont surtout nécessaires à la formation régulière des œufs. Il s'en suit qu'elles doivent entrer dans la composition du régime alimentaire dans des proportions variables suivant l'âge, le milieu et les besoins.

En récapitulant les éléments constitutifs du corps entier d'une poule et d'un œuf moyen, on aura une base d'appréciation qualitative des besoins d'une pondeuse : leur analyse donne les chiffres suivants :

Eau : 55,8 %; chez quelques oiseaux plus des 2/3 de l'animal vivant sont constitués par de l'eau. Plus forte chez les sujets jeunes et les maigres, la proportion diminue chez les oiseaux âgés et gras. *Protides* : 21,6 %. Elles forment la base principale du sang, des muscles, des organes, de la peau, des plumes, etc. *Lipides* : La proportion varie de 15 à 34 %, suivant la condition, l'âge et l'état d'embonpoint. *Cendres* : 3 à 3,8 %. Elles sont formées par les matières minérales des os et des tissus. Il est très intéressant de remarquer que malgré l'importance des hydrates de carbone comme aliments, l'analyse en révèle moins de 1 %.

D'après WHEELER, l'œuf est composé de la façon suivante :

Eau 65,7 %; *Protides* 13,2 %; *Lipides* 8,9 %; *Matières minérales* 0,8 %; *Coquille* 11,4 %.

L'examen comparatif de ces analyses nous montre que les mêmes éléments sont dans des proportions relativement peu éloignées : pendant la période de production nous devons donc les fournir à l'organisme pour former le sang, le squelette, les tissus, les organes, réparer l'usure fonc-

tionnelle, produire le calorique, entretenir l'énergie et l'activité, élaborer les parties constitutives de l'œuf, sécréter la coquille, etc...

Les relations qualitatives entre les principes nutritifs des aliments et les éléments constitutifs de la poule et de l'œuf peuvent être approximativement établies comme suit :

(G. HEUSER).

Principes nutritifs	Poule	OËuf
<i>Eau</i>	<i>Eau</i>	<i>Eau</i>
<i>Protides</i>	Muscles, sang Système nerveux Plumes Energie Graisse	Albumen
<i>Glucides</i> Amidon, dextrines Sucres Cellulose	Energie Chaleur Graisse	Jaune
<i>Lipides</i> Graisses Huiles Cires	Graisse Energie Chaleur	Jaune
<i>Cendres</i>	Os, plumes Sang	Coquille Jaune

Ces principes, pour remplir un rôle aussi complexe n'ont ni la même valeur, ni les mêmes qualités, ni les mêmes propriétés. Certains sont seulement nécessaires, d'autres indispensables, quelquefois à des doses minimales. Nous arrivons ainsi à la notion des **minima** que nous examinerons à l'étude des différents principes nutritifs.

D'un autre côté, nous savons qu'il existe une corrélation biochimique entre les espèces alimentaires. La présence des unes est nécessaire pour assurer le métabolisme parfait des autres. Cela nous conduit à la notion des **équilibres** nutritifs que nous étudierons au rationnement.

Si ces conditions ne sont pas remplies, si ces indosés, ces indéterminés font totalement ou partiellement défaut, si l'équilibre nutritif est rompu, il en résulte des troubles fonctionnels déterminant de véritables états pathologiques que l'on a rangés sous la dénomination de maladies de carence. Nous examinerons les quelques cas qui intéressent les aviculteurs.

Nous allons d'abord étudier les éléments nutritifs qui

entrent dans la composition des aliments. Nous verrons ensuite comment ils peuvent être associés pour satisfaire aux besoins nutritifs des pondeuses.

MATIÈRES AZOTÉES (PROTIDES)¹

Les matières azotées, encore appelées matières albuminoïdes, matières protéiques, protéines, albumines, constituent les substances essentielles de la matière vivante ; elles forment la partie fondamentale de la cellule organique. Elles existent dans tous les tissus animaux ou végétaux où elles sont très diversement réparties sous les formes les plus complexes.

Ce sont des composés organiques contenant du carbone, de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'azote et du soufre auxquels viennent s'ajouter des métaux, fer, arsenic, iode, phosphore.

Dans l'organisme, les substances albuminoïdes sont toujours étroitement unies à une faible proportion de matières minérales (0,5 à 1 % de sels).

Tous les tableaux d'analyse de produits alimentaires comportent une colonne spéciale indiquant le pourcentage des matières azotées. Quel que soit le dosage, ces matières ne sont pas constituées par un produit unique, bien défini.

Dans l'état actuel de la science, il n'est pas possible de donner une définition précise de ces corps dont la composition chimique est incomplètement connue. Cela a fait dire à DUCLAUX : « La plupart des albuminoïdes sont des individualités chimiques mal définies, leur histoire est obscure et confuse, on ne rencontre aucune formule bien établie. On peut passer graduellement des unes aux autres et les limites de groupes et des sous-groupes sont très diffuses. »

Dans les aliments d'origine animale, tels que les muscles, les organes, le sang ou les produits de sécrétion, tels que le lait, le dosage en matières azotées est très élevé. Ils constituent ainsi une source de produits riches en azote permettant de compenser et d'améliorer les régimes où ces éléments sont en déficit.

Dans le règne végétal, les protéines sont beaucoup moins abondantes. Leur composition varie avec les plantes, la partie de la plante, la rapidité de croissance, l'âge, l'état de maturité, le procédé de conservation, etc... Le sol sur

1, Les termes *protides*, *lipides*, *glucides* dorénavant adoptés par la nomenclature internationale remplacent les termes bien connus de protéine, matières grasses, matières hydrocarbonées pris dans leur sens le plus large

lequel elles poussent influe sur le dosage de l'azote suivant sa composition, sa fertilité, son degré d'humidité, son exposition, etc...

Nous allons résumer brièvement les différents groupes d'albumines en signalant les principaux composés connus qu'ils renferment.

1^o **Albumines proprement dites.** — Elles existent en petite proportion dans les graines de céréales (blé, orge, pois vesce). L'albumine de l'œuf de la poule ou ovalbumine, le sérum albumine du plasma sanguin rentrent dans ce groupe ainsi que la myo-albumine du muscle et la lactalbumine du lait;

2^o **Globulines.** — Très répandues dans le règne végétal surtout dans les graines de légumineuses : OSBORNE en différencie une quinzaine : légumineuse, phaséoline, l'édéstine du chanvre, l'arachine de l'arachide, etc...

3^o **Glutelines** — Deux seulement à signaler : la gluténine du blé et l'orizéine du riz.

Le gluten du blé d'après FLEURANT est un mélange en proportions variables de gluténine et de gliadine. La prédominance de l'une ou de l'autre de ces substances modifie la qualité de la farine. Le gluten du blé est complètement digéré par les animaux à moins qu'il ne reste emprisonné dans les cellules végétales;

4^o **Gliadines.** — Ce sont les protéines dominantes des céréales. Dans ce groupe nous signalons la gliadine du blé, l'hordeïne de l'orge, la zéïne du maïs, etc...

5^o **Matières albuminoïdes.** — Elles sont très riches en azote et comprennent l'osséine, substance fondamentale du tissu osseux, les gélatines, l'élastine et enfin la kératine, d'une haute teneur en soufre (3 à 5 %) est très abondante dans les productions épidermiques, corne, poils, plumes, laines.

Dans des groupes plus élevés nous trouvons la caséine du lait, l'ovovitelline du jaune d'œuf.

Nous arrêtons là cette énumération car les autres composés albuminoïdes n'ont qu'un rapport indirect avec le sujet de cette étude.

Malgré leur grande diversité d'origine, d'apparences, de réactions, de fonctions, de propriétés physico-chimiques, leur composition centésimale se meut dans des limites assez rapprochées.

Azote . . .	15 à 19 %	Oxygène. . .	19 à 24 %
Carbone . .	50 à 55 %	Soufre. . .	0,03 à 2,40 %
Hydrogène .	6,6 à 7,3 %		

La teneur en azote qui est l'élément le plus facile à doser dans ces substances est en moyenne de 16 %. On peut donc substituer au dosage d'une matière albuminoïde celui de l'azote contenu dans cette matière. Chaque gramme d'azote

trouvé indiquera approximativement $\frac{100}{16} = 6,5$ de matière

albuminoïde (LAMBLING). WOLF conseille de réduire le coefficient à 6 pour les graines de céréales, les fruits des légumineuses et les semences oléagineuses. Les tableaux d'analyse indiquent un certain pourcentage de protéine pour chaque substance alimentaire. Ce pourcentage est tout à fait relatif, car il est prouvé aujourd'hui, que la valeur alimentaire d'un aliment dépend plus de sa constitution en acides animés que de sa teneur en azote.

Qu'est-ce que l'azote? Quel est son rôle? Nous sommes heureux de reproduire ici un tableau magistralement brossé par M. le professeur NICOLAS, sur le rôle exact de l'azote.

Cycle de l'azote. — Incapable, à l'état libre, d'entretenir la vie — longtemps considéré, du reste, et à tort comme un gaz inerte — l'azote est, cependant, l'élément caractéristique de la matière vivante des tissus animaux et végétaux, du protoplasme et du noyau des cellules où il existe, combiné principalement au carbone, à l'hydrogène, à l'oxygène, sous la forme de ces substances complexes, les *protéines*, substances douées de propriétés intéressantes, d'aptitudes réactionnelles variées et qui prennent une part essentielle aux phénomènes de la vie.

Ainsi, il n'y a pas de cellules sans azote, c'est-à-dire sans matières protéiques. Celles-ci constituent la trame même, le fondement des tissus et des organes; c'est dans leur sein ou à leur contact que s'accomplissent toutes les réactions propres aux êtres organisés; elles-mêmes subissent des désintégrations spéciales, qui en démolissent plus ou moins complètement la structure et aboutissent en fin de compte, à la production de composés beaucoup plus simples, inutilisables et quelquefois même gênants pour l'organisme, composés qui doivent être ou éliminés (animaux), ou déposés sous la forme qui convient (végétaux) là où leur présence ne peut apporter aucune entrave au métabolisme. Cette destruction, partielle ou intégrale, de protéine constitutive de la matière organisée, implique nécessairement une réparation, soit une régénération de la protéine usée, soit son remplacement par de la protéine neuve, identique à celle qui a disparu. Cette régénération, ce remplacement et *a fortiori* l'adjonction de protéine à celle déjà existante, chez les sujets en voie de croissance, ne peuvent se faire que par un apport de l'extérieur, c'est-à-dire par les aliments. Ceux-ci doivent donc contenir l'azote nécessaire à la reconstruction des parties usées et à l'édification des tissus nouveaux.

Mais, ici, une distinction fondamentale est à établir entre les animaux et les végétaux : les végétaux ont le privilège de pouvoir élaborer les nouvelles molécules protéiques aux dépens de substances azotées simples empruntées au monde minéral, sels ammoniacaux et nitrates, voire même pour certains d'entre eux (légumineuses), à partir des réserves inépuisables d'azote de l'atmosphère et grâce à un phénomène de symbiose phyto-bactérienne. Chez les animaux, une telle édification est impossible ou du moins n'est pas la règle dans les conditions habituelles de la vie : d'ordinaire incapables de faire de l'azote organique avec de l'azote minéral, ces êtres sont obligés pour renouveler l'azote disparu ou s'en adjoindre d'autre, de puiser dans la nature organisée, de prendre à d'autres êtres les protéines toutes faites que ceux-ci ont élaborées et qui constituent la seule source d'azote dont ils soient à même d'assurer utilement l'exploitation pour opérer la reconstruction synthétique de leurs albumines propres.

En dernière analyse, donc, c'est au règne végétal que les animaux empruntent l'azote dont ils ont besoin et qui leur est offert à l'état de matières protéiques. Cet azote végétal subit chez eux des transformations profondes, à la suite desquelles une fraction plus ou moins importante (ou la totalité) de l'azote en question est élevée au rang d'azote animal tissulaire, de protéines spécifiques toutes différentes des protéines alimentaires originelles, le reste allant rejoindre, sous la forme de déchets, les produits d'usure des protéines animales ainsi élaborées, déchets, produits, qui, tels l'urée, sont rejetés à l'extérieur et sont immédiatement repris par d'autres êtres, les ferments figurés, les microbes, qui interviennent pour les rendre utilisables par les plantes en les minéralisant fermant ainsi le cycle et servant, par suite, de trait d'union entre les grands animaux et les grands végétaux dans l'économie générale du monde.

Acides aminés.

Depuis quelques années les travaux considérables des chimistes SCHUTZEN BERGER, KOSSEL, FOXTER, des physiologistes ab der HALDEN, OSBORNE, MENDEL, MAC COLLUM, DAVIS, etc., ont dévoilé la structure intime de la molécule protéique, montré l'importance capitale de ses noyaux amino-acides, expliqué les carences azotées et du même coup renversé les théories en cours sur l'alimentation.

Pendant les digestions, sous l'action des diastases la molécule protéique donne naissance par une série de dédoublements à des groupements moléculaires plus simples, solubles et assimilables appelés *acides aminés*.

Absorbés par la muqueuse intestinale, ils sont portés par le torrent sanguin dans tout l'organisme qui choisit parmi les substances qui lui sont amenées les noyaux nécessaires

à la formation des nouveaux tissus ou à la réparation des cellules usées.

Ces noyaux ainsi repris sont groupés dans un ordre nouveau tout différent du groupement protéique original.

Il en résulte que l'organisme incapable de faire la synthèse (sauf pour la tyroïne, la proline, la glycocolle, l'alanine) démolit les protéines alimentaires d'origine animale ou végétale pour les reconstituer en albumines spécifiques aptes à entrer dans la construction ou participer à la réparation de son édifice moléculaire. M. NICOLAS formule ainsi la conséquence pratique qui découle de ce fait :

La digestion sépare les uns des autres les moellons de l'édifice protéique, c'est-à-dire les acides aminés, de telle sorte que ce n'est plus cet édifice compact qui se présente devant la barrière intestinale, mais bien les acides isolés issus de son émiettement, de la protéolyse; et ce sont ces fragments ainsi libérés chacun en proportion déterminée que l'organisme a à sa disposition pour construire les albumines de ses tissus ou régénérer celles qui ont disparu ou ont été entamées par l'usure, albumines zoologiquement et chimiquement spécifiques, albuminoïdes dont la constitution diffère autant dire pour toujours des protéines ingérées. En résumé, les acides aminés, principaux produits de la transformation digestive des albumines alimentaires, voilà le matériel fourni à l'économie animale pour l'édification de ses albuminoïdes propres.

On a imaginé de nombreuses métaphores pour illustrer cette nouvelle conception. On a comparé les acides aminés à des matériaux (pierres, moellons, tuiles) servant à la construction d'édifices successivement bâtis, démolis, puis rebâtis sur de nouveaux plans complètement différents de forme, d'aspect et de destination.

G. LUSK les a comparés aux lettres de l'alphabet; de même que celles-ci peuvent former tous les mots de notre vocabulaire, de même ils peuvent former des protéines en nombre illimité. Si une lettre manque ou si un acide aminé est absent l'équilibre est rompu et certains mots comme certaines protéines ne pourront être constituées.

Le chimiste E. FISCHER pour expliquer le mécanisme de constitution des albumines a comparé les 17 acides aminés connus à ce jour à des briques de construction; chaque albumine étant différente, le nombre et la disposition de ses briques varie. Dans quelques protéines, certaines briques sont prévalentes alors que dans d'autres cas ces mêmes briques n'existent pas.

Maintenant, supposons par exemple que nous voulions

bâtir l'édifice protéique du poussin, c'est-à-dire lui fournir les matières azotées qui entrent dans la composition de son organisme. Ces matières azotées (sang, tissus, organes, etc.) sont formées par des protéines animales qui elles-mêmes sont constituées par un assemblage varié de briques. Le gluten du maïs par exemple, manque de trois sortes de briques qui sont nécessaires au poulet; de sorte que nourri exclusivement au maïs sans aucun autre apport de matière azotée il ne pourra se développer. Si nous ajoutons du blé à sa ration, nous suppléerons en partie les briques manquant, mais, pour lui assurer une croissance économique, nous serons obligés de sacrifier une grande quantité de briques parce que certaines d'entre elles sont contenues en sur-nombre dans le blé et le maïs : l'organisme n'en ayant pas l'emploi immédiat elles sont éliminées et conséquemment perdues.

La valeur nutritive d'une protéine dépend donc du taux, de la qualité et du groupement de ses acides aminés constitutifs.

Cette valeur sera d'autant plus grande que la protéine alimentaire se rapprochera plus des protéines spécifiques à reconstituer. D'où il résulte que les protéines les plus parfaites à cet égard doivent être celles de l'animal lui-même ou des animaux de la même espèce. BOUSQUET nous rapporte que pour entretenir ou faire croître des grenouilles, il faut une quantité moindre de viande de grenouille que de toute autre. Les mêmes constatations ont été faites sur le chien.

Si nous faisons une supposition contraire, il y aura alors gaspillage des matières azotées inutilisées. On alimente un organisme avec une protéine étrangère contenant en quantité suffisante les acides aminés nécessaires à la reconstruction de sa molécule spécifique sauf en ce qui concerne le tryptophane. Si la quantité de cet acide n'est par exemple que la moitié de ce qui est nécessaire, il faudra chaque fois deux molécules de la protéine étrangère ingérée pour faire une molécule de protéine spécifique. Conséquemment 50 % de tous les autres acides aminés seront inutilisés.

Autre exemple : lorsque d'une gliadine du blé contenant 45 % d'acide glutamique l'organisme fait un sérum-albumine qui n'en renferme que 7,7 %, il est clair que la différence, à savoir le déchet en acide glutamique non employé est plus considérable qu'avec la caséine qui n'apporte que 11 % de cet acide

La valeur d'utilisation d'une protéine alimentaire est déterminée par le taux de celui de ses noyaux animés nécessaires qui est le moins abondamment représenté. C'est la loi du minimum établie par OSBORNE et MENDEL et énoncée par SCHAEFFER : « La quantité nécessaire et suffisante d'une albumine donnée qui doit figurer dans la ration d'un animal, afin d'en permettre la croissance ou « l'équilibre azoté » est déterminée par le pourcentage par lequel le ou les acides aminés indispensables entrent dans la composition de cette albumine. »

Au point de vue pratique, la connaissance de la composition des matières azotées s'impose surtout aux éleveurs ayant à résoudre des problèmes d'alimentation à caractère industriel. Elle leur permettra de limiter l'apport azoté en quantité et qualité aux seuls matériaux indispensables à la croissance ou à la production de leurs animaux. Elle leur facilitera l'achat de ces matières non plus au poids mais au pourcentage d'azote assimilable.

Jusqu'à présent, on a pu identifier 17 acides aminés diversement répartis dans les matières azotées d'origine végétale et animale. Aucune de ces matières ne les contient tous ainsi que l'on pourra s'en rendre compte par le tableau suivant que nous empruntons aux ouvrages de LAMBLING et R. GOUIN.

Rôle des acides aminés.

Les expériences de MAC COLLUM, DAVIS, OSBORNE, MENDEL et d'autres biologistes ont déterminé le rôle de certains acides aminés et montré leur importance primordiale dans les phénomènes de nutrition. Nous allons passer brièvement en revue les principaux.

Lysine. — Dès 1914, OSBORNE et MENDEL ont établi que la croissance était impossible sans cet acide aminé. Les albumines végétales de la série des gliadines n'en contiennent pas, alors que la légumine du pois en renferme 5 % et l'orizéine du riz 0,86 %.

BUCHNER, NOLLAU et KOSTLE ont obtenu les résultats suivants sur 2 lots de poussins alimentés, l'un avec des graines riches en lysine, l'autre avec des graines à teneur faible.

RÉGIME	LYSINE %	POIDS DES LOIS EN GRAMMES	
		13 Mai	6 Juillet
1 ^o Lot : Pâtée. . . .	3.80	43.3	510.6
Grains	2.23		
2 ^o Lot : Pâtée. . . .	0.50	43.1	170.7
Grains	0.79		

OSBORNE et MENDEL dans des expériences analogues mais avec un régime différent ont obtenus des résultats identiques.

	Régime	Gain après 55 jours
1 ^{er} Lot	Zéine du maïs dosant 1 % de lysine	52 grammes
2 ^e Lot	même régime en plus lactalbumine contenant 15 % .	283 grammes

Des nombreuses expériences qui ont été faites, il semble résulter que la lysine est un facteur indispensable à la croissance sur laquelle elle paraît avoir une influence spécifique.

D'un autre côté, si une ration sans lysine mais complète par ailleurs ne permet pas le développement des jeunes, elle est capable d'assurer le maintien de ceux-ci en l'état où ils se trouvent au début de l'expérience.

Tryptophane. — Il peut être synthétisé dans l'organisme. Sans influence spécifique sur la croissance, il est nécessaire à l'entretien et l'organisme ne peut maintenir son équilibre azoté sans lui. Pour qu'il y ait gain avec la lysine, il faut d'abord qu'il y ait équilibre azoté par le tryptophane. Alimentées avec un régime synthétique suffisant en calories, composé d'amidon, de sucre, de graisses, de sels minéraux, de principes azotés sous forme de zéine, mais privées de lysine et de tryptophane, des souris dépérissent avec rapidité. Si l'on ajoute du tryptophane, les animaux conservent leur poids pendant plusieurs mois, mais la croissance est arrêtée; au contraire, ils se développent rapidement dès qu'on leur donne de la lysine (OSBORNE et MENDEL).

Composition de quelques protéines animales et végétales

d'après LAMBLING et R. GOUIN.

Acides Aminés	Caséine de vache	Albumine de sérum cheval	Gélatine du commerce	Albumine de l'œuf	Elastine de corne bœuf	Albumine de muscle bœuf	Globine de cheval	Glutérine de blé	Zéine du maïs	Légumine du pois	Edestine du chouvre	Glutine du blé
Glycocolle.	0	0	16,5	0	25,7	2,06	0	0,89	0	0,38	3,80	0,7
Alanine	0,9	2,7	0,8	2,22	6,6	3,72	4,2	4,65	13,39	2,08	?	2,7
Valine	1,0	?	1,0	2,50	1,0	0,81	présent	0,24	1,88	?	?	0,33
Leucine.	10,5	20	2,1	10,71	24,4	11,65	29,0	5,95	19,55	8	?	6
Serine	0,2	0,6	0,4	?	?	?	0,6	0,74	1,02	0,53	?	0,12
Acide glutamique . .	11,0	7,7	1,9	9,10	?	15,49	1,7	23,42	26,17	13,80	14	45
Acide aspartique . .	1,2	3,1	0,6	2,20	0,8	4,51	4,4	0,91	1,71	5,0	4,50	1,24
Arginine	4,8	4,67	7,6	4,91	0,30	7,47	5,4	4,72	1,55	10,12	14,17	3,40
Lysine.	5,8	11,08	2,7	3,76	?	7,59	4,3	1,92	0	4,98	1,65	0
Histidine	2,6	3,48	0,4	5,71	?	1,76	11	1,76	0,82	2,42	2,19	1,70
Cystine.	0,07	2,3	?	?	?	?	0,3	0,02	?	?	?	—
Tyrosine	4,5	2,1	0	1,77	0,34	2,20	1,5	4,25	3,55	1,55	?	2,40
Phénylalanine . . .	3,2	3,1	0,4	5,07	3,9	3,15	4,2	1,97	6,55	3,75	2,4	2,6
Proline.	3,1	1	5,2	3,55	1,7	5,82	2,3	4,23	9,04	3,22	1,7	2,4
Oxyproline	0,25	?	3	?	?	?	1	?	?	?	2	—
Tryptophane.	1,5	?	0	?	+	+	peu	+	0	+	+	1

Arginine et Histidine. — Étudiées par HOPKINS et ACKROYD, elles paraissent être aussi toutes deux indispensables à la croissance.

L'arginine se trouve à un taux élevé dans l'arachide et la noix de Hikong.

Telles sont résumées à ce qu'elles ont d'essentiel nos connaissances sur le rôle des acides aminés.

Sources des protéines.

A l'exception du lait pour le jeune s'alimentant à la mamelle, aucun aliment ne contient tous les acides aminés indispensables à la croissance ou au maintien de l'organisme. Il faut donc prévoir des rations composées où les déficiences en certains éléments seront corrigées par l'apport des autres.

Les protéines d'origine animale, sérum albumine, myoalbumine, lactalbumine ont une valeur biologique bien supérieure aux protéines végétales. Avec un mélange judicieux de ces deux éléments on pourra donc avoir des rations bien équilibrées.

Le lait, au point de vue de ses protéines et conséquemment de ses acides aminés, peut être considéré comme un élément de premier ordre. MAC COLLUM a montré que leur coefficient d'utilisation surpassait de beaucoup celui des protéines végétales. Alors que la croissance retient 20 % des protéines du maïs, 23 % de celle du blé, 26 % de celles de l'avoine, elle retient 63 % de celle du lait.

La lactalbumine est une protéine complète en ce sens qu'elle contient tous les acides aminés indispensables à la croissance : 8 à 10 % de lysine alors que la caséine et l'édésine n'en contiennent respectivement que 5,8 et 1,65 %. MAC COLLUM et DAVIS ont montré qu'un régime avec un dosage de 3 % de protéine du lait pouvait assurer le maintien; un taux de 8 % permettait une croissance lente; un taux de 9 % une croissance normale.

Après le lait viennent les matières azotées de la viande. Il est notoirement établi que les farines de viande, de poisson ajoutées à la ration augmentent la production des œufs en suppléant la protéine animale que les volailles en liberté trouvent en abondance au printemps sous forme d'insectes. Pendant l'hiver, les éleveurs auraient certainement avan-

tage à combler cette déficience en ajoutant à la ration un pourcentage même faible de matière azotée animale.

Ces produits étant très coûteux, il importe que le consommateur, en l'espèce l'éleveur ou le producteur d'œufs, connaisse exactement leur composition ou plutôt leur dosage en protéine.

Nos volailles étant surtout granivores nous allons examiner brièvement la richesse de nos céréales.

Les protéines des céréales sont supérieures à celles des légumineuses mais aucune de ces graines n'est capable à elle seule d'assurer une croissance normale. En mélange, ces insuffisances s'atténuent, car les déficiences des diverses graines ne portent pas sur les mêmes acides aminés. La lysine paraît être le « facteur limitant » de la plupart des graines, notamment pour le blé et l'avoine. MAC COLLUM et DAVIS ont pu mener des jeunes rats jusqu'à la moitié de leur croissance avec 6 % des protéines dérivées des grains de blé, et même 4 % des protéines dérivées de l'embryon du blé. Mais ils ont dû ajouter du lait pour obtenir une croissance normale.

Les protéines de l'avoine sont de qualité moindre que celles du blé et même du maïs (MAC COLLUM, SIMMONDS et PIRZ). La gliadine de l'avoine est pauvre en lysine. Les protéines du maïs (zéine et glutéline) contiennent tous les acides aminés essentiels mais pas à un taux suffisant. L'embryon même du maïs ne suffit pas à la croissance de jeunes rats (MAC COLLUM et SIMMONDS).

L'édestine, protéine du chénevis, ne contient pas assez de lysine.

Les graines des légumineuses sont encore moins riches que les céréales.

Pour les tubercules, MAC COLLUM, SIMMONDS et PARSONS ont montré que l'azote de la pomme de terre n'était pas meilleur pour la croissance que celui des céréales mais qu'il était complété par ces dernières. Cette conclusion s'applique également aux racines fourragères (betteraves, rutabagas).

Il est bien évident que ces données scientifiques sur le métabolisme des matières azotées n'ont qu'un intérêt tout à fait relatif pour nos élevages agricoles où les volailles trouvent une nourriture très variée sinon très abondante.

Par contre les aviculteurs commerciaux, qui sont appelés à élever un grand nombre de poussins ou à entretenir de nombreux parquets de volailles, y trouveront des direc-

tives pour la confection des pâtées et des mélanges. Ils éviteront ainsi ces troubles de nutrition, causes de nombreux déboires tant dans l'élevage des poussins que dans la production des œufs.

Tous les jours nous recevons des doléances de petits éleveurs qui se plaignent que leurs volailles ne donnent pas d'œufs. Dans la majorité des cas ils les soumettent à une alimentation exclusive avec une seule graine qu'ils changent périodiquement. Même avec un mélange de grains les résultats sont encore insuffisants. Il en résulte des carences alimentaires multiples que nous examinerons dans un autre chapitre.

Nous avons omis intentionnellement de parler des vitamines dont l'action vient compléter celle des acides aminés. En raison de leur importance elles feront l'objet d'un chapitre spécial.

PRINCIPES HYDROCARBONÉS (GLUCIDES)

Les principes hydrocarbonés ou hydrates de carbone sont des composés ternaires formés de carbone, hydrogène et oxygène. Dans les nombreuses combinaisons auxquelles ils donnent lieu, ces deux derniers corps sont toujours associés dans une proportion identique à celle qu'ils ont dans la molécule d'eau (H^2O). Ainsi les glycoses $C^6H^{12}O^6$ les saccharoses $C^{12}H^{22}O^{11}$, les amyloses $C^6H^{10}O^5$, peuvent être écrites $C^6(H^2O)^6$ — $C^{12}(H^2O)^{11}$ — $C^6(H^2O)^5$ d'où le nom d'hydrates de carbone. Ils sont encore désignés sous le nom d'extractifs non azotés.

Ce sont des aliments énergétiques par excellence; ils produisent l'énergie musculaire sans recourir à de nombreuses transformations chimiques préalables; ils sont indispensables et ne peuvent être remplacés complètement par les matières grasses.

Des nombreuses recherches auxquelles ils ont donné lieu, il résulte : *a*) qu'un minimum de ces substances est indispensable (DESGREZ et BIERRY); *b*) qu'un certain équilibre est nécessaire entre ces substances et les protéines (RATHERY). Se basant sur le bilan azoté ces auteurs ont établi que le minimum des protéines ne peut être atteint que lorsque les hydrates de carbone se trouvent à un taux élevé. Il s'agit d'une véritable action d'épargne exercée

par les hydrates de carbone vis-à-vis des albuminoïdes. Ces résultats ont été confirmés par de nombreux auteurs (WIMMER, WIPPLE et HOOPER).

L'excès farineux coïncidant avec un manque de protéines provoque des troubles nutritifs. C'est le cas des pâtes presque exclusivement composées de pommes de terre cuites et de farineux. Ce régime est surtout défectueux pour nos petits élevages, où les volailles privées d'exercice ne peuvent varier leur alimentation.

Au cours du métabolisme, tous les hydrates de carbone, à l'exception de la cellulose, se transforment soit par dédoublement, soit par hydratation en glucose ou glycose, forme dernière sous laquelle ils sont solubilisés et utilisés dans l'organisme. D'après LAULANIE :

La digestion pancréatique des hydrates de carbone acquiert une importance considérable chez tous les oiseaux granivores : Ces animaux étant à peu près dépourvus de glandes salivaires ou n'ayant que des glandes à mucus disséminées sous le derme buccal, la digestion des féculents relève exclusivement du suc pancréatique. Ainsi après l'atrophie du pancréas qu'on peut obtenir sur des pigeons, par la ligature du canal excréteur, la digestion des féculents ne se fait pas et les oiseaux succombent dans le marasme, conséquence d'une alimentation insuffisante.

Si le pancréas, par son action amylolytique, transforme les hydrates de carbone en glycose soluble, c'est au foie qu'est dévolu le rôle de l'utilisation. Pendant la digestion les capillaires de l'intestin envoient au foie un sang très chargé en glycose. L'excès est transformé en glycogène et mis en réserve dans les cellules hépatiques. Après la digestion, lorsque le sang ne contient plus son dosage normal en glycose, celui-ci est régénéré aux dépens des réserves de glycogène grâce à la réversibilité des actions diastasiques. Le foie est donc le dispensateur et le régulateur de la glucose dans le sang qui la porte aux cellules. Nous savons maintenant que c'est là qu'est réalisé l'oxydation par laquelle est libérée l'énergie chimique nécessaire à tous les travaux des organes : digestion, sécrétion, contraction, production de force et de chaleur (R. GOUIN).

Les substances riches en amidon favorisent en outre l'engraissement. Il y a d'abord une transformation en glycose puis en acide gras et mise en réserve dans le foie, dans d'autres organes ou dans différentes régions du corps. C'est

par ce mécanisme physiologique que se forment les foies gras si appréciés des gourmets.

Que l'assimilation s'arrête et que les besoins augmentent, il se produit alors un phénomène inverse. Les graisses sont reprises, ramenées au foie où elles sont à nouveau transformées en glycose suivant les exigences de l'organisme.

Cette fonction réversible n'est encore qu'hypothétique mais elle semble tout à fait vraisemblable. Ces phénomènes de réversion fonctionnelle s'observent également chez la poule en pleine période de ponte. Toute perturbation des grandes fonctions, déterminée soit par un accident, soit par un changement de régime ou de milieu, amène immédiatement un arrêt de l'ovulation et une résorption des jaunes. A l'autopsie, on trouve des jaunes plissés, ratatinés, mous, en voie de résorption. A un stade plus avancé, il ne reste plus qu'une grappe petite, avec de fines particules de jaune dans quelques ovules.

Les principes hydrocarbonés sont très répandus dans la nature. Les grains de nos graminées en contiennent plus de 60 % sous forme d'amidon, de dextrine. Dans les fruits nous trouvons des sucres en proportions variables. De tous les principes alimentaires ce sont les plus économiques.

Suivant leur composition chimique ils se classent en quatre grandes catégories : les mono, bi, tri, et polysaccharides. Nous limitant à l'étude des aliments, nous ne mentionnerons que ceux ayant rapport avec l'alimentation des volailles.

La **glucose** ou **dextrose** se trouve dans un grand nombre de fruits dont le raisin en particulier, ce qui lui a fait donner le nom de sucre de raisin.

La **Levulose** est très souvent associé au précédent dans le raisin, les groseilles, les cerises ainsi que dans le miel.

Maltose : si l'on fait agir de la diastase (ferment de l'orge germée) sur l'amidon, il y a formation de dextrine et d'un sucre particulier la maltose. La **lactose** ou sucre de lait.

La **saccharose** ou **sucré de canne**, se trouve en assez grande quantité dans certaines plantes. Cannes à sucre, sorgho, betteraves, melon, carottes.

L'**amidon** se trouve surtout dans les graines, les tubercules et les racines. C'est comme une réserve alimentaire placée par la nature dans les parties des végétaux destinés à assurer leur multiplication. Il est très répandu dans le règne végétal et sa formation est liée à la fonction chlorophyllienne.

Sous le nom de **dextrines**, on range différents produits d'hydratation de l'amidon obtenus sous l'influence des acides dilués, de la diastase proprement dite ou de ferments figurés. Elles existent dans un assez grand nombre de végétaux.

La **cellulose** qui forme la carcasse fibreuse des cellules végétales rentre dans cette classe d'éléments nutritifs. Sa digestibilité chez les volailles est encore indéterminée : cependant ses parties digestibles ont une valeur nutritive égale à celle des autres principes hydrocarbonés.

En général, pour les volailles de nos fermes, cette partie du problème alimentaire est résolue par la variété et l'abondance des graisses de toutes sortes qu'elles ramassent autour des hangars, meules, fumiers, etc... des fruits et des baies qu'elles trouvent dans les haies et les vergers.

MATIÈRES GRASSES (LIPIDES)

En raison de leur composition réduite à trois éléments, les matières grasses contenues dans les aliments font partie du groupe des substances ternaires. Elles sont constituées par du carbone 76,5 %, de l'hydrogène 11,9 %, et de l'oxygène 11,6 %. Leur richesse en carbone et leur pauvreté en oxygène en font des combustibles par excellence. Pour l'organisme ce sont les meilleurs aliments caloriques, car leur combustion fournit une grande quantité de chaleur en dégageant de l'acide carbonique et de l'eau. Par contre ils sont de mauvais aliments énergétiques, car une forte partie de l'énergie se perd dans les transformations biochimiques.

En épuisant un aliment ou un mélange alimentaire (matières animales ou végétales) par l'éther que l'on fait ensuite évaporer, on obtient un composé désigné sous le nom de matières grasses. Le produit ainsi obtenu est formé en majeure partie de corps gras. Il y a en outre des lipoides, des cires, des résines, de la chlorophylle, etc... n'ayant aucune valeur alimentaire pratique.

Les corps gras proprement dits, qu'ils soient d'origine animale (suif, saindoux) ou d'origine végétale (huile d'olive, de palme, etc...) sont constitués par un mélange de composés neutres de glycérine, des acides oléique, stéarique, palmitique, etc... Ce sont des triglycérides. Les graisses où la stéarine domine sont solides à la température ordinaire :

les huiles surtout composées d'oléine sont liquides : la palmitine donne une consistance intermédiaire.

Dans l'organisme animal on trouve surtout les trois triglycérides précédentes mélangées pour constituer la graisse mise en réserve dans le tissu adipeux. Ces substances sont rares dans le régime végétal, excepté dans les graines oléagineuses car la plante constitue ses réserves surtout en matières amylacées. Dans les graines, la graisse est localisée en fines particules qui rendent sa digestion plus facile.

La composition chimique des graisses est très différente de celle des hydrocarbonés : ceux-ci contiennent une faible proportion d'oxygène alors que les graisses sont très riches en carbone qui augmente leur valeur calorique dans les combustions. Ces deux matières alimentaires peuvent se substituer l'une à l'autre dans les régimes, dans une mesure compatible avec le fonctionnement régulier des phénomènes digestifs : il est alors nécessaire pour le calcul des rations de tenir compte de leur différence de valeur nutritive. Le poids des matières grasses doit être multiplié par 2,25 pour le convertir en un poids équivalent de substance hydrocarbonées. Nous reviendrons sur ce sujet en étudiant le calcul des relations nutritives.

Les graisses subissent une préparation de digestion dans l'estomac; dans le duodénum, en présence de la bile elles sont émulsionnées, c'est-à-dire amenées à l'état de division extrême, puis sous l'influence d'une diastase pancréatique, la « stéapsine » elles sont saponifiées et ensuite absorbées par la muqueuse intestinale où leur reconstitution s'opère à nouveau avant de passer dans la voie chylifère.

Les travaux de M. le professeur MAIGNON semblent établir que l'utilisation des matières protéiques est meilleure en présence de graisse qu'en présence d'amidon. Cette supériorité d'assimilation se traduit de deux façons : d'abord par une économie d'aliments, étant donné qu'il faut moins de matières azotées pour nourrir l'animal; ensuite par une fatigue moins grande de l'organisme, du fait que les aliments azotés sont mieux utilisés et laissent moins de déchets à éliminer.

Les matières grasses sont diversement réparties dans les graines servant à l'alimentation habituelle des volailles. Ainsi le maïs dose 4,4 % environ, le grand soleil 20 %, la graine de lin 29 %, l'avoine 4,39. Dans le choix des aliments il faudra donc tenir compte d'une part, des propriétés nutri-

tives des matières grasses, d'autre part de la saison, du milieu, de la race et des besoins.

Plus utiles en hiver elles seront distribuées avec ménagement, en été surtout, aux races lourdes ayant une tendance à l'engraissement. Favorisant la formation des plumes elles conviendront au moment de la mue. Formant une forte proportion du jaune de l'œuf (32 % environ) les bonnes pondeuses devront en être régulièrement pourvues.

MATIÈRES MINÉRALES

Les minéraux jouent dans l'organisme un rôle primordial : rôle plastique au même titre que les matières azotées; ce sont des constituants indispensables et des éléments de réparation et d'activité cellulaires.

Pendant la croissance ils concourent à l'édification des cellules organiques les plus complexes; ils président à la formation des os; ils aident à la reconstitution et au renouvellement des cellules usées, ils entrent dans la composition même de nombreux noyaux organiques. En solutions salines à dosage fixe, ils forment la base du plasma sanguin et des sécrétions glandulaires, ils concourent à maintenir constants la concentration saline des humeurs et le capital salin de l'organisme (WIDAL). Ils sont également antiseptiques, antitoxiques et conservateurs de nos tissus. De plus, certains d'entre eux semblent nécessaires à dose minimale comme catalyseurs.

Ils n'ont pas tous la même importance. Les uns, comme la chaux, constituent *la moitié* des cendres du corps de l'animal entier (2 % du poids *vif*), alors que d'autres ne s'y trouvent qu'à des doses infinitésimales comme le fer (1.20 000^e); leur rôle n'en est pas moins important. La carence du premier détermine une décalcification de l'organisme : l'ostéomalacie. La chlorose est provoquée par l'absence du second.

Les matières minérales — et d'une façon plus générale les substances cristalloïdes — sont nécessaires au maintien de la concentration moléculaire des humeurs et des cellules de l'organisme. La vie des cellules n'est possible, en effet, que si les liquides avec lesquels elles sont en contact offrent une certaine pression osmotique, fonction de leur concentration moléculaire. Elles meurent si la concentration est trop élevée; elles meurent, si elle est trop faible. L'hyper tonicité et l'hypotonicité sont l'une et l'autre également toxiques,

comme est mortelle la trop forte ou trop faible teneur en oxygène de l'atmosphère ambiante (H. SIMONNET).

Pour éviter les ruptures de l'équilibre salin, il est donc nécessaire d'assurer aux animaux une ration minérale bien équilibrée. Ce problème de l'alimentation, si important pour les grands animaux de nos fermes, pour les vaches laitières, pour les porcs, ne se pose pas avec la même acuité pour les volailles. Vivant en liberté, elles choisissent suivant leur instinct et leurs besoins tous les éléments minéraux nécessaires et indispensables au fonctionnement normal de leur organisme. Celles qui ne le peuvent pas succombent en vertu des lois de l'adaptation. Pour les volailles enfermées, pour l'élevage intensif des poussins, c'est à l'éleveur de veiller à ce que tous leurs besoins minéraux soient satisfaits. Nous avons eu maintes fois l'occasion d'observer sur des lots de poussins élevés artificiellement, des troubles de croissance déterminés par des carences multiples où les minéraux avaient une part importante.

Nous avons vu d'autre part que la lumière solaire, les rayons ultra-violets, et les facteurs complémentaires A et D avaient une influence déterminante sur le métabolisme des éléments minéraux. Nous avons signalé également l'apport minéral, produit par l'érosion et la dissolution du gravier, dans le gésier au cours des digestions.

Par rapport à son poids les besoins minéraux des volailles sont considérables. Ces besoins sont surtout importants au moment de la croissance : ainsi le *poulet* doit se pourvoir de cinq fois autant de chaux que son corps en contenait à la naissance, deux fois autant de magnésium, trente-huit fois autant de soufre et quatre fois autant de phosphore. Le potassium, le sodium, le chlore et le fer n'augmentent pas sensiblement, pendant cette même période. La *poule* doit d'abord satisfaire les exigences de son organisme, puis, au cours de la ponte, elle doit faire la synthèse de tous les composés organiques et minéraux qui entrent dans la composition du blanc, du jaune et de la coquille. Pour l'élaboration de l'œuf son organisme peut être considéré comme un véritable laboratoire de biochimie. Nous allons examiner séparément les principaux corps simples métalloïdes ou métaux qu'elle y manipule. Des bases d'appréciation exactes manquent pour établir le bilan des matières minérales nécessaires à l'organisme des volailles. La vitalisation des sels minéraux est la condition primordiale de leur utili-

sation physiologique pour l'organisme. Il leur faut subir l'élaboration des microbes et des végétaux pour être alibiles ou aptes à entretenir la vie cellulaire et l'architecture organique :

Les phosphates, écrivait déjà BOUSSINGAULT, il y a plus de quarante ans, pour être assimilés par l'organisme humain doivent être élaborés par un creuset particulier qui est le végétal.

Chaux. — Elle forme près de la moitié des cendres totales de l'animal entier; à l'état de phosphate elle constitue la plus grande partie du tissu osseux. La coquille de l'œuf qui est un composé de carbonate (90 %) et de phosphate de chaux (5 %) pèse de 7 à 10 grammes. Les besoins des pondeuses sont donc considérables. On les satisfait en tenant à leur disposition de la coquille d'huître et de la poudre d'os et surtout en plaçant les volailles dans des conditions hygiéniques qui assurent un métabolisme parfait de tous les éléments nutritifs.

Sodium. — Le sodium est surtout important par le chlorure de sodium ou sel marin qui est le principal constituant salin du sérum sanguin. Les cendres du blanc d'œuf en contiennent 9,16 %. Très répandu dans le règne animal, il l'est moins dans le règne végétal, aussi est-il souvent nécessaire d'ajouter du sel marin à la ration des animaux et des oiseaux. A l'intérieur à faibles doses c'est un condiment, il agit comme apéritif et surtout comme excitant général. A fortes doses il est toxique, 4 grammes par kilogramme de poids vif sont suffisants pour déterminer la mort des volailles. BOUCHARDAT, sur des couples de pigeons qu'il entretenait sur les croisées de l'Hôtel-Dieu, a observé qu'il était indispensable aux granivores et que les femelles qui en étaient complètement privées devenaient infécondes.

Potassium. — Les sels de potassium forment 41,29 % des cendres du blanc d'œuf. Les globules rouges du sang, et les éléments cellulaires renferment surtout du potassium alors que le plasma sanguin est une solution de chlorure de sodium.

Phosphore. — Il entre dans la constitution des os sous forme de phosphate, dans la proportion de presque 50 %. Il concourt à la formation des tissus et de nombreux composés albuminoïdes. Les cendres du jaune d'œuf dosent

69,53 % d'acide phosphorique. C'est un des composés minéraux le plus nécessaire.

Soufre. — Les plumes, la corne du bec et des ongles, les productions épidermiques contiennent du soufre.

Chlore. — Sous forme d'acide chlorhydrique, il est un élément du suc gastrique. En combinaison avec le sodium il constitue le chlorure de sodium du plasma sanguin.

Fer. — On le trouve dans les tissus (0,04 % du poids vif), les cendres du blanc d'œuf (0,44 %), les cendres du jaune (1,45 %). Il entre en outre dans la composition de l'hémoglobine du sang. Il n'y représente qu'un 20.000^e du poids de notre corps : malgré cette quantité infime le rôle de ce métal est très précieux pour l'organisme.

A cette courte liste doivent s'ajouter d'autres corps minéraux qui ne se rencontrent qu'à l'état de traces, comme l'**arsenic**, le **bore**, le **fluor**, la **silice** (œuf) le **brome**, l'**iode**, le **cuivre**, le **zinc**, le **manganèse**. Ces deux derniers corps seraient considérés par certains auteurs (BERTRAND), comme indispensables à la croissance.

Le rôle encore très obscur de ces indosés de l'alimentation est très délicat à étudier expérimentalement, en raison des difficultés à préparer des aliments débarrassés de ces éléments. Des régimes contenant très peu de chlore, de sodium, de magnésium ou de potassium, permettant la croissance tandis que le défaut simultané de potassium et de sodium la rend impossible. Il en est de même des régimes pauvres en chaux et en phosphore. Ces deux éléments sont nécessaires en proportion relativement importantes.

Pour les éleveurs il est intéressant de savoir que les graines de céréales ne contiennent qu'une faible proportion de calcium, de sodium et de chlore.

Dans une alimentation variée, ces trois corps se trouvent en quantité suffisante. Mais avec une alimentation exclusive il se produira une carence limitant la croissance et la production. La table suivante publiée en partie dans *Feeds et Feedings*, donnera des renseignements sur la composition minérale des cendres de quelques-uns des aliments donnés aux volailles.

Aliments	Potasse	Sodium	Calcium	Magnésium	Fer	Acide sulfurique	Acide phosphorique	Poids des cendres
Maïs	4	0,4	0,2	1,8	0,11	3,8	6,9	17,2
Gluten	2,3	5,7	3,5	3,6		14,6	6,2	35,9
Son	16,2	2,4	0,9	7,3	0,34	6,7	29,5	63,34
Recoupettel . . .	11,8	1,4	0,8	5,4		5,8	21,1	46,3
Tourteau de coton	18,1	3,5	3,6	8,6	0,84	12,4	26,7	73,74
Tourteau de lin . .	12,7	3,4	5,1	8,1	1,44	10,2	17	57,94
Foin de pré . . .	13,6	4,3	2,5	1,7	0,37	3,7	3,1	29,27
Luzerne	22,3	5,6	19,5	5,9	1,68	7,8	5,4	68,18
Trèfle	16,3	1,2	16	4,5	0,57	4,4	3,9	46,97

Cette déficience des graines en sels minéraux peut être complétée par les *feuilles* de certains fourrages, dont les cendres sont très riches en ces éléments. Les farines de luzerne et de trèfle que les Américains ajoutent à leurs mélanges alimentaires, donnent de très bons résultats.

Le lait contient de la chaux, du sodium et du chlore en quantité suffisante, mais il manque de fer. Malgré cela, c'est un aliment idéal par ses sels, par ses acides aminés et par ses ferments. Nous montrerons ultérieurement sa bienfaisante influence sur la croissance des poussins.

Nous avons maintes fois eu l'occasion de prescrire des infusions de feuilles de luzerne comme boisson, aux poussins élevés en poussinières, et nourris exclusivement aux graines et farineux. Ils l'acceptent très facilement, jointes à l'huile de foie de morue, elles nous ont donné d'excellents résultats dans les cas de rachitisme ou de « faiblesse des pattes ».

La teneur minérale des eaux de boisson n'est pas négligeable; une eau calcaire peut dans une certaine mesure combler les déficiences minérales de l'alimentation.

VITAMINES

Les vitamines sont ces substances mystérieuses de découverte toute récente, ayant une influence capitale sur les phénomènes intimes de la nutrition et dont la constitution chimique échappe à tous les moyens actuels d'investigation. Elles ont révolutionné toutes les données en cours sur la biochimie alimentaire. Leur absence des régimes détermine des troubles spéciaux pouvant conduire à la mort si l'on n'intervient point à temps. On a délimité tout un groupe de maladies dont la caractéristique est d'apparaître quand les vitamines sont absentes et de disparaître quand on les restitue au sujet.

La place qu'on leur assignera, écrit H. SIMONNET, l'intérêt qu'on leur reconnaîtra ne doivent être exagérés ni dans un sens, ni dans l'autre. On jugera de leur importance en se rappelant que l'étude des vitamines est intéressante :

1^o Au point de vue expérimental...

2^o Au point de vue théorique...

3^o Au point de vue pratique parce qu'elle apporte des vues nouvelles dans toutes les questions d'alimentation qu'il s'agisse de celle des individus ou des collectivités, qu'il s'agisse de l'homme ou des animaux domestiques, rationnement économique, étude de répercussion des régimes défectueux sur les aptitudes des individus.

Quelque intéressante et même passionnante que puisse être leur histoire, nous ne signalerons que l'étude expérimentale du bériberi qui a orienté les savants dans une nouvelle voie de recherches sur la biochimie de la nutrition.

Nous arrivons ainsi en 1912, quand HOPKINS après des années de recherches, d'expériences très délicates où les résultats étaient souvent contradictoires et déconcertants, mit le premier en évidence, la présence dans les matières alimentaires, de complexes ayant une influence capitale sur le développement de l'organisme.

Deux lots de jeunes rats étaient soumis à un régime synthétique théoriquement parfait, c'est-à-dire composé de tous les facteurs essentiels d'une alimentation rationnelle. Le premier lot recevait en plus 3 centimètres cubes de lait frais ou bouilli par vingt-quatre heures, quantité tout à fait insignifiante et incapable de déterminer une augmentation de poids. Il constata que les sujets du premier lot continuaient à se développer normalement alors que ceux

du deuxième montraient un arrêt rapide et net dans leur croissance. Le petit lait, l'extrait de levure produisaient les mêmes effets que le lait pur. S'il intervertissait le régime lacté, il constatait que le deuxième lot reprenait lentement le cours de son développement alors que le premier lot dépérissait à son tour. La suppression de cette minime quantité de lait suffisait donc à provoquer des troubles nutritifs que son addition guérissait immédiatement.

Ce qui manque, écrivait HOPKINS, à la ration d'aliments purifiés, c'est peut-être un ou des complexes organiques que l'animal est incapable de synthétiser. Mais la quantité de ces complexes qui semble suffisante pour assurer la croissance est si petite qu'une action catalytique ou stimulante semble très vraisemblable.

Quels étaient ces complexes qui pouvaient alternativement par leur absence ou leur présence dans un régime, déterminer la mort ou maintenir la vie?

C'est en étudiant le rôle alimentaire des acides aminés que OSBORNE et MENDEL, MAC COLLUM et DAVIS (1914-1915) sont parvenus à dissocier les facteurs de la croissance en deux fractions : l'une dite *Facteur A* soluble dans les graisses et dans le lait accompagnant le beurre : l'autre le *facteur B* soluble dans l'eau et dans l'alcool et accompagnant la lactose dans le lait.

Des rats étaient soumis à un régime synthétique complet constitué avec les différents éléments entrant dans la composition du lait (caséine, lactose, beurre et sels minéraux). Ce régime assurait une croissance normale. Le remplacement du beurre par du saindoux ou de l'huile d'amandes douces provoquait immédiatement des troubles de nutrition pouvant déterminer la mort. Avec l'adjonction du beurre la croissance reprenait. Il y avait donc dans le beurre des éléments essentiels que le saindoux et l'huile ne contenaient pas. MAC COLLUM a appelé ces éléments **Fat solubles A ou Liposolubles A**.

Pour la constitution de ces régimes diététiques, il était de la plus grande importance de n'employer que des produits très purifiés pour éliminer toute cause d'erreur. Dès qu'il constitua ses régimes avec de la lactose qu'il avait très minutieusement purifiée, il constata que ses animaux d'expérience succombaient très rapidement alors qu'ils ne manifestaient aucun trouble de croissance avec la lactose du commerce. S'il ajoutait au régime, avec la lactose épurée,

les extraits de la purification, les troubles cessaient et la croissance reprenait son cours normal. Ces matières de purification contenaient donc un élément essentiel à la croissance de l'organisme que l'analyse chimique n'a pu déceler. Il appela cette substance **Watersoluble B** ou **Hydro-soluble B**.

La présence simultanée de ces deux facteurs est indispensable. Si l'un ou l'autre seul est présent, le développement est incomplet puis s'arrête, et s'ils manquent tous deux en même temps, toute croissance est impossible. Cette influence considérable sur les fonctions nutritives a suscité de nombreuses théories et controverses. Tous les savants qui ont essayé de percer leur mystère ont imaginé les dénominations synthétisant leurs hypothèses.

C'est à FUNK que nous devons le nom de *Vitamine*. Ce nom en raison de sa commodité est appelé à rester dans le vocabulaire scientifique. Ce savant pensait que le produit qu'il avait extrait du son de riz était une amine indispensable à la vie. Quelques auteurs les comparant aux catalyseurs chimiques qui en petite quantité déclenchent des actions de grande envergure, les ont dénommés *aliments catalyseurs*.

Le nom de substances minimales ou de *facteurs minimaux* rappelle bien un de leurs caractères essentiels mais ils sont communs à quantités d'autres substances (acides aminés et infiniment petits chimiques de BERTRAND).

On les a également appelés *substances ferments*.

A la même époque les savants américains MAC COLLUM et DAVIS leur ont donné le nom de *facteurs accessoires de la croissance*.

Cette dénomination peut sembler impropre, car ils tiennent dans l'alimentation une place aussi importante que les facteurs essentiels, sans eux la vie est impossible; en leur absence les aliments vrais, les facteurs essentiels ne sont d'aucune utilité. C'est la raison pour laquelle il serait préférable pour faire disparaître le caractère secondaire que semble leur attribuer le qualificatif d'accessoire, qui leur a été donné par les savants américains, de remplacer ce vocable par celui de complémentaire (Profess. NICOLAS).

En attendant que l'on puisse leur donner une appellation scientifique adéquate soit à leur constitution chimique, soit à leurs fonctions biologiques, nous estimons qu'il est plus logique de les considérer comme des *facteurs complémentaires de la nutrition*.

Origine des Vitamines. — Les vitamines du lait et des tissus n'étant pas synthétisés par l'organisme, y seraient apportées par les aliments, donc d'origine végétale. La glande mammaire est incapable de fabriquer les vitamines nécessaires au nouveau-né mais elle élimine celles qui lui sont apportées par l'alimentation, et, à défaut, elle fournit celles que la mère tient en réserve dans ses propres organes. Si l'alimentation reste déficiente en vitamines, les réserves s'épuisent, la mère maigrit, la croissance des petits s'arrête et finalement ils dépérissent et meurent. MAC COLLUM, SIMMOND et FITZ l'ont prouvé expérimentalement avec des femelles de rats.

La poule pondeuse met en réserve dans le jaune une abondante provision de vitamines pour les besoins du futur poussin. Cette provision est dépendante de l'alimentation et du nombre d'œufs pondus. Une bonne pondeuse ne pourra constituer ses réserves qu'autant qu'elle sera très abondamment nourrie avec des produits riches en vitamines (verdure principalement).

L'origine des vitamines dans les végétaux et le mécanisme de leur formation est encore dans le domaine des hypothèses. On suppose qu'elles sont élaborées par des bactéries du sol.

Malgré tout l'intérêt scientifique de ces questions, nous nous limiterons à un bref résumé des propriétés physiologiques pour nous étendre un peu plus longuement sur les carences vitamiques dans leur rapport avec notre sujet, l'alimentation des volailles.

Propriétés physiologiques.

Les savants américains HOPKINS, ACKROYD, MAC COLLUM, MENDEL, OSBORNE, MELLAMBY avaient observé au cours de leurs minutieuses et patientes recherches, l'analogie des fonctions de certains acides aminés (Lysines, Tryptophane) avec les vitamines de la croissance et de l'équilibre. Cette analogie n'est-elle qu'apparente? Les vitamines jouent-elles un rôle dans l'homogénéisation des albumines? La parole reste aux chercheurs.

Dans le métabolisme des matières minérales le rôle des vitamines semble mieux déterminé :

Pour que les sels de chaux puissent se fixer dans la cellulé osseuse les vitamines sont indispensables, écrit Charles RICHET. Vainement on donne du chlorure et du phosphate de chaux en grand excès : s'il y a absence de vitamines, les os se ramollissent, se déforment et la croissance est arrêtée. Le calcium et le phosphate ne se fixent sur les os que si l'individu reçoit des vitamines dans son alimentation.

Les facteurs liposoluble A et antirachitique D, paraissent intervenir — directement ou non — dans le métabolisme du phosphore. Enfin l'on sait que le facteur hydrosoluble B joue un rôle dans l'utilisation des hydrates de carbone. Par quel mécanisme, nous l'ignorons, mais il est bien certain qu'en son absence, les glucides préformés de la ration ne comptent plus comme source d'énergie pour l'animal (L. RANDOUIN et H. SIMONNET, 1923-24).

D'une manière générale, le besoin de facteur B croît avec la quantité d'hydrates de carbone apportée par l'alimentation (PLIMMER et ROSEDALE).

D'après LORENZINI les vitamines sont capables d'arrêter dans l'organisme certains sels de chaux en permettant leur utilisation par le tissu osseux en particulier. Les arguments d'ordre expérimental plaident en faveur d'une action des vitamines sur le métabolisme du phosphore et dans la fixation du calcium dans les os.

Les expériences de MELLAMBY ont donné des résultats très démonstratifs et prouvent que les vitamines règlent dans l'organisme la proportion entre les sels de chaux et du phosphore.

Les relations étroites entre les vitamines et la minéralisation de l'organisme ont amené les physiologistes, en raison du rôle des parathyroïdes dans la fixation du calcium et de la thyroïde dans l'utilisation des phosphates, à rechercher l'influence des vitamines sur les sécrétions internes.

En 1921, HOULBERT posa cette hypothèse que les vitamines ne sont pas étrangères au fonctionnement des glandes à sécrétion interne. Ses poulets d'expérience carencés ont montré que les glandes interstitielles et surrénales offrent des altérations communes, sinon identiques aux altérations que l'on observe dans la sénilité.

Les expériences de BOUIN et ANCEL sur le même sujet ont mis en évidence une stimulation vitamique des éléments interstitiels et démontrent que le manque des vitamines peut provoquer la dégénération pigmentaire sénile. Au cours d'opérations de chaponnage, nous avons plusieurs

fois trouvé des petits testicules présentant une infiltration pigmentaire très accusée. Ils provenaient de sujets à développement lent, élevés dans une courette où ils ne pouvaient avoir aucune verdure. Ils étaient soumis à un régime presque exclusif de grains entiers. Malheureusement l'examen histologique n'en a pas été fait.

Des troubles fonctionnels et des altérations anatomiques de presque toutes les glandes endocriniennes ont été constatés dans les avitaminoses expérimentales par de nombreux auteurs. MAC CARRISON et DOUGLAS ont étudié la thyroïde et le pancréas, d'autres le thymus et l'hypophyse. De ces recherches, on peut déduire qu'on voit toujours dans les avitaminoses l'atrophie des glandes endocriniennes à l'exception du pancréas et de la glande surrénale, qui sont parfois hypertrophiés probablement à la suite d'un effort fonctionnel de compensation. Les données cliniques semblent corroborer ces faits. Les vitamines n'ont donc pas seulement une valeur physiologique pour maintenir normale la fonction des glandes endocrines, mais elles se montrent très souvent actives pour la reconstitution des fonctions pathologiquement atteintes (LORENZINI).

Nous nous sommes un peu étendus sur ce rôle des vitamines bien qu'imparfaitement déterminé, en raison : a) du métabolisme des éléments minéraux au cours de la croissance; b) de l'influence des sécrétions internes dans l'élaboration des œufs; élaboration qui exige un équilibre parfait de toutes les grandes fonctions.

Facteur Liposoluble A.

Il est très répandu dans le régime végétal où il se trouve associé aux parties pigmentaires (chlorophylle, xanthophylle, carotène); conséquemment les feuilles et surtout les jeunes pousses vertes de certaines plantes en sont abondamment pourvues (luzerne, trèfle, salades, choux, herbes potagères, etc...). Les graines en contiennent peu (excepté le millet, le soja, le lin), mais il apparaît au moment de la germination (COWARD et DRUMMOND). Les racines de tubercules en renferment très peu.

Dans l'organisme animal le facteur A est diversement répandu : le foie, le rein, les testicules, les ovaires et leurs graisses interstitielles en sont abondamment pourvus. Les graisses de couverture en contiennent peu. Les herbivores

en raison de leur alimentation exclusivement végétale en contiennent plus que les omnivores comme le porc; le sain-doux et le suif en sont dépourvus.

Le facteur A est surtout abondant dans certains produits d'origine animale : lait, beurre, margarine, jaune d'œuf. C'est l'huile de foie de morue qui en renferme la plus forte proportion.

Les propriétés physiques du facteur A varient avec son origine. La chaleur prolongée en présence de l'air a une action notable particulièrement sur le facteur A du beurre. Cependant il ne perd pas ses propriétés par la fusion à 100°. Celui des plantes paraît moins sensible aux oxydations et résiste en partie à la chaleur de cuisson.

Les propriétés physiologiques ont surtout été établies par les nombreuses expériences de MAC COLLUM et DAVIS et H. SIMONNET. Des rats soumis à des régimes synthétiques complets ne se développent pas. L'addition d'huile d'olive ou de graine de coton n'améliore pas la croissance; mais si on ajoute au régime un des produits suivants : beurre, jaune d'œufs, huile de foie de morue, tous aliments riches en facteur A, la croissance reprend rapidement. Les mêmes expériences répétées avec des adultes ont montré sa nécessité pour l'entretien. Le facteur A doit donc être présent dans *l'alimentation des jeunes et des adultes*. Le Professeur HALPIN, dans ses expériences sur les volailles, constitue ses régimes exclusivement avec du maïs jaune auquel il ajoute 20 % de recoupette pour donner un certain volume à la ration et suppléer le facteur B. Il a remarqué que l'on pouvait remplacer 40 parties de maïs jaune par une quantité égale d'avoine, d'orge ou de blé écrasés malgré leur faible teneur en vitamine A. Toutefois, dans ces substitutions, il conseille de ne pas laisser moins de 40 % de maïs jaune dans la mash sèche. La verdure constitue en outre un excellent complément en facteur A. Sa carence détermine d'abord des troubles oculaires (inflammation des paupières, infiltration et ulcération de la cornée, xérophtalmie) puis la mort à plus ou moins brève échéance.

Facteur hydrosoluble B.

Le *facteur B*, par ses propriétés physiologiques semble être identique à la vitamine antinévritique isolée par FUNK de la cuticule du riz et de la levure. Comme le précédent

il est très abondant dans le règne végétal qui en pourvoit les animaux. Toutes les graines le renferment dans leur cuticule, d'où le danger d'une décortication trop poussée. Ce fait démontré d'abord pour le riz, a été étendu par WEILL et MOURIQUAND à toutes les céréales et aux légumineuses. L'embryon de ces graines le renferme également. Les tiges, les feuilles vertes, (fourrages avant maturité), les fruits (oranges, citrons, tomates, raisins, châtaignes, etc...) en contiennent une proportion assez élevée. De tous les végétaux c'est la levure de bière qui en est la plus riche.

Dans les produits animaux, nous le trouvons dans le lait où il reste accolé à la lactose dont il est difficile de le séparer. Le jaune d'œuf, les muscles, mais surtout les organes (foie, cœur, pancréas, cerveau) en sont pourvus. Le beurre n'en renferme pas, ainsi que la viande bouillie ou stérilisée (PAUL MICHEL).

Au point de vue physique le facteur B est le plus stable de tous. La stérilisation à 120° pendant une heure et demie le détruit. Il résiste à l'ébullition à 100°, même prolongée pendant deux heures. Dans ce cas, une partie des vitamines passe dans l'eau de cuisson qui peut être très utilement employée. Les expériences de MAC COLLUM, DAVIS et SIMMONDS, celles de OSBORNE et MENDEL avec la levure ont démontré que si le facteur B est nécessaire à la croissance, à lui seul il ne suffit pas, même donné en abondance. Le facteur A est également nécessaire. La rapidité de croissance (le reste du régime étant satisfaisant et le facteur A étant fourni par le beurre) est proportionnelle à la quantité donnée de facteur B.

La carence de ce facteur détermine le béribéri qui a été provoqué expérimentalement chez la poule (EYKMAN) et chez le pigeon (WEIL et MOURIQUAND).

Facteur antiscorbutique C.

Ainsi dénommé en raison de son action physiologique principale, il a été mis en évidence en 1918. Sa nature chimique est totalement inconnue. C'est encore dans le régime végétal qu'on le trouve en grande abondance et les fruits acides en sont les mieux pourvus. Le jus d'orange, de citron, en sont particulièrement riches, puis viennent les framboises, les bananes, les pommes; la tomate surtout en est très riche. Nous avons ensuite les feuilles vertes des végé-

taux : choux, oseille, salades, cresson, pissenlits, haricots, oignons, racines et tubercules, etc...

Dans le règne animal nous avons la viande crue ou saignante : le lait dont le pouvoir antiscorbutique décroît avec le degré de *pasteurisation et de stérilisation*. Les vrais antiscorbutiques sont les végétaux.

Cette vitamine ne semble pas aussi importante pour les volailles que pour les autres animaux. Les ruminants semblent pouvoir s'en passer. Des rations déterminant le scorbut chez le cochon d'Inde ne provoquent aucun trouble sur les volailles : elles synthétisent peut-être leur propre vitamine antiscorbutique au dépens des aliments, ce que ne peuvent faire les cochons d'Inde.

Facteur antirachitique D.

Dans les publications avicoles américaines il est dénommé facteur D. : de découverte toute récente, il est encore l'objet de nombreuses controverses.

C'est seulement en 1921 que ce facteur a été mis en évidence. C'est le moins stable de tous ceux connus jusqu'à ce jour, on le trouve dans les feuilles vertes, le lait, mais il est surtout abondant dans l'huile de foie de morue où il coexiste avec le facteur A. Notre savant confrère H. SIMONNET qui a fait une étude remarquable du facteur A, écrit au sujet du facteur antirachitique.

On sait qu'il existe un facteur organique qui joue un rôle dans le métabolisme du calcium. Ce facteur qui intervient dans le déterminisme des lésions du rachitisme paraît différent du facteur A quoiqu'il le suive très étroitement dans sa répartition.

Il est d'ailleurs démontré, tant par l'expérimentation que par l'observation clinique, que la carence en facteur A est incapable de déterminer le rachitisme. Certaines substances riches en liposoluble sont très pauvres en substance antirachitique : la graisse de beurre même à la dose de 30 % de la ration n'a qu'une faible action antirachitique. Le beurre de noix de coco dépourvu d'action antixérophthalmique a un pouvoir antirachitique faible mais net. L'huile de foie de morue fraîche, qui possède à un très haut degré l'une et l'autre de ces propriétés, perd totalement sa valeur comme source de facteur liposoluble quand elle est chauffée à 100°

pendant vingt heures au contact de l'air, tandis que dans ces mêmes conditions elle conserve toute sa valeur antirachitique.

On semble donc en droit de séparer ces deux propriétés, mais il est peut être abusif de vouloir rattacher la propriété antirachitique à un substrat matériel bien individualisé.

L'action des substance antirachitiques pourrait n'être due qu'à leur pouvoir de modifier la composition minérale de la ration (H. SIMONNET).

Si les graines ne contiennent pas ce facteur, certains produits ont des effets antirachitiques très marqués (huile de foie de morue, jaunes d'œufs) auxquels il faut ajouter la lumière solaire et les rayons ultra-violets. En 1914 HALPIN a élevé plus de 6.000 poussins avec la simple ration suivante : maïs 97 %; craie 2 %; sel marin 1 %; lait écrémé. Il considère que cette ration satisfait à tous les *besoins vitamiques des poussins s'ils ont des parcours bien exposés au soleil*. La mortalité n'a été que de 8 %. Les poussins maintenus à cette ration pendant plus d'un an se sont développés normalement. En dehors des œufs durs qu'ils ont reçu pendant les premiers jours alors qu'ils étaient tenus enfermés, ils n'ont eu aucune distribution de grain à gratter. Le professeur HALPIN insiste sur ce fait qu'ils avaient de bons parcours. Nous ajouterons qu'ils trouvaient là une nourriture animale abondante; les poulettes ont donné une moyenne de 21 œufs par mois, et du 1^{er} décembre au 1^{er} juillet leur production a été de 108 œufs. Ces expériences nous montrent, qu'une ration vitaminée bien équilibrée, peut assurer la croissance et la production même si elle est constituée par un aliment presque exclusif, à condition toutefois que les volailles aient de grands parcours de verdure bien exposés au soleil.

Quel que soit le facteur qui intervienne, les développements théoriques qui précèdent et les observations journalières nous permettent de conclure *que de grands parcours de verdure, bien exposés et abrités sont absolument indispensables pour assurer le développement normal des jeunes volailles et préparer des sujets vigoureux et précoces*.

Source des vitamines. — L'existence des vitamines est de découverte si récente que les savants n'ont pas encore pu déterminer la teneur en ces facteurs de différentes matières alimentaires. Leur composition très complexe, leur

dosage souvent infime rendent ces recherches très délicates et leur présence même approximative ne peut être décelée dans la grande majorité des cas que par des expériences de laboratoire. Nous donnons ci-dessous le tableau publié par CH. EVANS dans sa *Biology of the Fowl*. La richesse des aliments en facteurs vitamiques est indiquée, suivant son importance par les coefficients de 100, 66 ou 33 (v. tableau page suivante).

La science des vitamines est trop nouvelle et elle ne dispose pas encore de moyens d'analyse pour ces indéterminés dont on ignore la nature chimique.

Nous nous sommes peut-être beaucoup étendus sur ces nouveaux facteurs de la nutrition dont on connaît à peine les propriétés biochimiques. Cependant, en raison de leur importance capitale, ils ne peuvent être ni méconnus ni négligés dans l'élevage des volailles en vue de la production intensive des œufs. Ces développements pourront paraître superflus pour nos élevages agricoles où les volailles doivent « pousser toutes seules » comme disent nos fermiers. Aujourd'hui que l'on ne se contente plus d'une ponte minime, le problème est tout différent. La science de l'alimentation a réalisé des progrès considérables qui doivent trouver leur application dans le domaine de l'aviculture. La mise en pratique de ces principes donnerait des résultats très appréciables. On obtiendrait une croissance plus rapide et plus uniforme des sujets et surtout on éviterait ces pertes sérieuses que l'on attribue à des causes diverses (mauvaises saisons, humidité, brouillards, etc...), alors qu'il s'agit dans la grande majorité des cas de maladies de nutrition.

Nous concluons avec le professeur NICOLAS :

Cette importante conséquence pratique des recherches expérimentales dont nous avons parlé, ne saurait échapper à ceux qu'intéresse l'élevage et notamment aux vétérinaires qui doivent se trouver les premiers à être informés et solidement instruits de tout ce qui se rattache au problème capital de l'alimentation des animaux et devenir de plus en plus, sur cette matière comme sur beaucoup d'autres, les conseillers techniques des éleveurs. Les vitamines constituent sans aucun doute un aliment indispensable à toute bonne diététique. La ration pour être complète et permettre à l'animal de vivre et de prospérer doit les apporter avec elle; sinon, elle est incapable d'assurer la croissance du jeune et de maintenir l'équilibre de l'adulte en dépit d'une alimentation en matières grasses, hydrocarbonées, salines et azotées convenable et conforme aux besoins quantitatifs et quali-

ALIMENTS	FACTEURS			ALIMENTS	FACTEURS		
	A	B	C		A	B	C
Beurre.	100	0	0	Millet	33	66	0
Huile de foie de morue.	100	0	0	Lin	66	66	0
Crème	66	0	0	Haricots soya	33	66	0
Lait	66	33	33	Haricot.	33	66	0
Lait écrémé.	0	33	33	Pois.	33	66	0
Lait en poudre.	33	33	0	Riz entier.	33	33	0
Lait condensé	33	33	0	Riz poli	0	0	0
Œu. (jaune).	100	66	0	Germes de blé	66	100	0
Œuf (blanc).	0	0	0	Son de blé	0	66	0
Œuf desséché	66	100	0	Germes de riz	66	100	0
Œuf entier	66	100	0	Avoine écrasée.	33	33	0
Farine de viande	33	33	0	Farine d'avoine	33	33	0
Farine de poisson.	0	0	0	Farine blanche	0	0	0
Viande de conserves.	0	0	0	Farine de pois	0	0	0
Foie.	66	66	0	Malt.	0	33	0
Reins	66	33	0	Choux	66	33	100
Cœur	66	33	0	Choux cuits	0	33	0
Viande maigre	33	33	0	Choux desséchés	33	33	0
Blé	33	33	0	Laitue	66	33	0
Mais jaune	33	33	0	Carottes	66	33	0
Avoine.	33	33	0	Orge	33	33	0
Betteraves	0	0	0	Pommes de terre cruës	33	33	33
Pommes de terre cuites.	0	0	0	Gazon vert	33	33	66
Levure.	33	100	0	Graisse de mouton	66	0	0
Graisse de bœuf	66	0	0	Huile d'olive.	0	0	0
Saindoux	0	0	0	Huile de poisson	66	0	0
Margarine.	Valeurs diverses						

ficatifs des sujets. Il importe donc pour ne pas créer de carences vitaminée, de varier le régime autant que faire se peut et en tout cas de suppléer à l'insuffisance en facteurs complémentaires de certains aliments par l'addition à la ration des denrées qui les renferment.

Diastases. — Nous terminerons ce chapitre des éléments nutritifs en signalant les essais d'alimentation faits à la station du New-Jersey avec une diastase désignée commercialement sous le nom de protozyne Elle est surtout obtenue avec des cultures d'*aspergillus orizae*. Ces expériences ont eu pour but de rechercher son influence sur la croissance et la production des œufs en augmentant la digestibilité et l'assimilation de la nourriture.

Ces essais préliminaires ont porté sur plus de 1.000 poussins recevant des doses variables de diastase. A la dose de 5 % de la ration, elle a provoqué une légère augmentation de poids. Des lots de poulettes prises parmi ces sujets, ont été constitués pour rechercher l'effet de la diastase sur la ponte. Après dix mois d'expérience le pourcentage de production n'a été que très peu augmenté.

De décembre à août	Pourcentage de diastase ajoutée à la ration :			
	5 %	3 %	1 %	Témoin
Nombre d'œufs. . .	125	128	123	111
Mortalité	2		1	

Ces oiseaux sont morts de renversement de l'oviducte. D'après l'auteur de ces expériences, il s'agit là d'un champ de recherches alimentaires nouveau dont on ne peut encore préjuger des possibilités futures.

CHAPITRE III

DES ALIMENTS

Dans les chapitres précédents, nous avons dissocié l'aliment en ses différents principes nutritifs, dont nous avons décrit les propriétés et montré l'utilisation dans l'organisme. Nous nous sommes étendus plus longuement sur les vitamines en raison de leurs propriétés spéciales et sur les matières azotées qui jouent un rôle capital dans l'alimentation. Nous avons appuyé la plupart de nos assertions sur les données expérimentales des physiologistes, des zootechniciens et des aviculteurs.

Maintenant, nous allons examiner successivement les aliments habituels des volailles; nous verrons ensuite sous quelles formes et dans quelles proportions ils doivent être mélangés, pour constituer une ration complète dite équilibrée.

La poule, quoique classée parmi les granivores, est en fait une omnivore. A l'état sauvage ou en liberté, elle ramasse les matières alimentaires les plus variées comprenant toutes les formes d'insectes et de vers, des graines, de la verdure, elle ramasse en outre des matières minérales. Elles s'adresse donc aux trois règnes de la nature pour se constituer une ration satisfaisant à tous ses besoins.

Tenue en demi-liberté ou confinée dans de petits parquets exigus elle est soumise dans la grande majorité des cas à un régime presque exclusif de grains.

ALIMENTS D'ORIGINE VÉGÉTALE

C'est le régime végétal qui fournit la majeure partie des aliments destinés aux volailles. Ils sont tous trop connus pour que nous en donnions une description complète. Cependant, quelques-uns méritent une mention spéciale en raison de leurs qualités nutritives.

Blé et petit blé. — De tous les grains, le blé est certes le meilleur : sa grosseur convient aux volailles de tous âges ; son amande est tendre et facilement digérée ; ses éléments nutritifs sont très digestibles et en bonne proportion. En raison de son prix prohibitif on lui substitue souvent le *petit blé* qui est un peu plus riche en protéine car le retrait se fait surtout sur l'amidon. Dans le commerce, on y mélange souvent des blés avariés, mouillés, germés, moisissables susceptibles de déterminer des troubles intestinaux s'ils sont distribués en trop grande quantité. On y ajoute également des criblures contenant une grande variété de graines qui sont la plupart du temps délaissées par les volailles. Avant l'acquisition de ces criblures de meunerie, il est nécessaire de vérifier leur composition et leur valeur nutritive. Beaucoup de provendes, de mashes sèches sont constituées par un broyage grossier de ces déchets. Nous ne saurions trop mettre en garde les éleveurs contre ces produits souvent plus nocifs que nutritifs.

Son et recoupettes. — Le son est constitué par l'écorce du grain. Il est riche en cendres qui dosent un bon pourcentage en phosphore. Il est pauvre en chaux. Son dosage en protéine est élevé. C'est un aliment d'une très grande utilité pour les éleveurs. Il peut être distribué sec, aux poussins, dès le premier jour de leur alimentation. Il sert en outre à confectionner des pâtées fournissant un certain volume, indispensable au bon fonctionnement de l'intestin. Les recoupettes ont la même valeur alimentaire. Mélangées aux grains écrasés elles entrent pour une forte proportion dans la composition de toutes les formules de mash sèche.

Maïs. — Malgré ses grandes qualités nutritives, le maïs n'est pas aussi largement employé qu'aux Etats-Unis où il entre pour une grosse proportion dans l'alimentation des volailles en raison de sa production intensive et conséquemment de son bon marché.

Riche en amidon et matières grasses, il convient très bien pour l'engraissement des volailles. Il est facilement digéré et assimilé. De par sa composition, il doit être associé avec d'autres grains pour assurer une production économique des œufs. Pour l'alimentation des volailles, la grosseur du grain rend le broyage indispensable : on obtient un mélange concassé qui, passé au crible, fournit un remoulage pour les pâtées ou la mash sèche, et des parties plus grossières que l'on ajoute à d'autres graines pour distribuer aux poussins

et poulets de tous âges. Il ne faut pas en concasser de trop grandes quantités à l'avance car il fermente très rapidement.

Les éleveurs américains recherchent surtout le maïs jaune, en raison de son pourcentage élevé en vitamines A. Le maïs blanc n'en contient que des traces infimes. Quelle que soit la variété, les qualités nutritives sont les mêmes.

Avoine. — Dans la grande majorité de nos élevages agricoles, c'est sur le tas d'avoine que nos fermières prélèvent leurs distributions souvent trop parcimonieuses. C'est un aliment très apprécié des volailles qui savent discerner les bons grains en laissant sur le sol les enveloppes fibreuses ne contenant qu'une amende desséchée. Les avoines légères que l'on a l'habitude de distribuer ont une valeur nutritive très faible en raison du pourcentage élevé en fibre indigeste.

Aplaties, les avoines de bonne qualité constituent un aliment de premier choix pour les poussins.

Sarrasin. — A tort ou à raison, beaucoup de petits éleveurs attribuent au sarrasin des propriétés exceptionnelles pour la production des œufs. Souvent même, ce grain est exclusivement distribué. Il convient surtout en mélange avec d'autres céréales. Dans les pays de production, on emploie pour l'engraissement, des farines de sarrasin qui constituent un aliment de choix.

Orge. — De par sa composition, l'orge se rapproche beaucoup du blé : elle contient un peu plus de protéine. Malgré son écorce dure les volailles s'y habituent très vite. Ses qualités engraisantes sont trop connues pour nous y arrêter. Écrasée, elle peut très avantageusement remplacer le blé, le maïs et l'avoine dans l'alimentation des jeunes.

Seigle. — L'analyse nous montre que le seigle a une valeur alimentaire presque égale à celle du blé. Malgré ces qualités, il est en général peu accepté par les volailles à moins qu'elles n'y soient habituées.

Riz. — Le riz sous forme de brisures est communément recommandé par les éleveurs. Il est pauvre en protéine ; c'est un très bon aliment à condition qu'il soit mélangé avec d'autres produits. Il est apprécié des volailles. Bouilli, il sert à constituer d'excellentes pâtées régularisant les troubles intestinaux.

Millet. — Il doit sa faveur auprès de beaucoup d'éleveurs au fait qu'il est couramment vendu pour l'alimen-

tation des petits oiseaux de volière. Nous le proscrivons de l'alimentation des jeunes poussins. En raison de sa dureté il traverse le tube intestinal sans être digéré. Souillé, il est ramassé à nouveau et peut ainsi contribuer à diffuser certaines entérites diarrhéiques infectieuses.

Tourteaux. — Les tourteaux de lin, de coton, d'arachide sont des aliments concentrés très riches en protéine. Ils ne doivent être distribués qu'en très petite quantité pour ne pas déterminer de troubles digestifs. En raison de leur richesse en protéine et en cendres, ils peuvent très avantageusement être employés dans la confection des mashs sèches.

Le trèfle et la luzerne peuvent être coupés en vert et distribués comme verdure. Pour les petits éleveurs une planche de luzerne dans le jardin peut alimenter le poulailler en verdure depuis le début du printemps jusqu'aux premiers froids. Bien fanés le trèfle et la luzerne constituent un excellent aliment d'hiver. On peut distribuer les feuilles sèches ou moulues en mélange dans les pâtées ou les mashs. Elles peuvent également servir à confectionner un thé de foin apprécié des poussins. Nous ne saurions trop recommander l'emploi des feuilles sèches de luzerne, de trèfle, dans la confection des mélanges alimentaires destinés aux volailles. Le Dr LANGELIER de la Station du Cap Rouge (Canada), dans des expériences réparties sur cinq années, a mis en évidence les qualités nutritives de ces produits.

Verdures. — La valeur de cette classe d'aliments ne peut être appréciée par l'examen des tableaux d'analyse. Elles sont surtout recherchées des volailles, non pas pour leurs éléments nutritifs, mais pour leur action rafraîchissante spéciale au cours du métabolisme. Elles doivent ces qualités :

1^o Aux vitamines. Toutes les verdures sont riches en facteurs complémentaires de la nutrition, mais particulièrement en facteur B.

2^o Aux sels minéraux. Ces éléments dont les plus essentiels pour les volailles sont le calcium, le sodium, le fer, le phosphore, se présentent dans les plantes vertes sous une forme soluble, vitalisée, qui les rend très assimilables. Elles forment un certain volume alimentaire qui prévient la constipation, régularise la circulation des matières dans le tractus intestinal et facilite l'action des sucs digestifs.

Elles constituent en outre un excitant de l'appétit de premier ordre. Les grandes pondeuses sont de grandes mangeuses. On a calculé qu'une poule donnant une production moyenne de 240 œufs consomme environ 20 kilos de grain, 13 kgr. 500 de mash, 5 kilos de nourriture variée. Pour permettre cette suralimentation régulière, il faut lui distribuer de la verdure qui est un des meilleurs excitants de l'appétit par son action spéciale sur les digestions. Toute réduction de la consommation entraîne une diminution de la ponte et souvent une mue prématurée des plus préjudiciables aux éleveurs. En hiver, elle peut durer de six à huit semaines, en été, de douze à vingt-quatre semaines. Cette mue peut être prévenue ou tout au moins réduite par des distributions régulières de verdure succulente.

Dans nos élevages agricoles où les volailles ont à profusion, au printemps, une grande variété d'aliments verts on ne peut se figurer la quantité considérable qu'elles sont capables d'absorber. Dans les petits élevages, on est tout surpris de constater avec quelle voracité les jeunes poulets tendent un coin de gazon mis trop parcimonieusement à leur disposition. Cette voracité se manifeste particulièrement au début du printemps, lorsque les volailles en ont été privées depuis longtemps.

Les jaunes prennent alors une coloration jaune rouge foncée et quelquefois verdâtre comme nous l'avons maintes fois observé après l'ingestion de Bourse à pasteur et de thlaspic.

Au cours de l'été la verdure devient fibreuse et perd toutes ses qualités rafraîchissantes. Pour éviter la baisse de la ponte et une mue précoce il est absolument indispensable d'en pourvoir les volailles soit avec des légumes verts soit avec du regain de luzerne ou de trèfle.

Pendant la belle saison les petits éleveurs n'ont que l'embarras du choix parmi les légumes verts de leur jardin (salades, choux, épinards, chicorée, etc...). Les fruits avancés, les tomates, etc... peuvent remplir le même rôle.

A défaut de légumes on peut distribuer des fourrages verts (gazon, luzerne et trèfle). Ils sont très appréciés des volailles. Il est préférable de les couper assez finement pour faciliter l'ingestion et éviter le gaspillage.

Les feuilles et les graines d'ortie sont, depuis très longtemps, employées par nos fermières. Hachées, elles entrent dans la confection des pâtées destinées aux jeunes volailles. Elles constituent un très bon aliment riche en éléments

nutritifs (12,8 % de protéine; 4,9 de matières grasses; 30 d'hydrates de carbone) contenant en outre certains principes excitants.

Pendant la saison d'hiver, lorsque la verdure naturelle fait complètement défaut on peut mettre à la portée des volailles des racines fourragères (betteraves, rutabagas, carottes). Les pommes de terre doivent être cuites et mélangées avec un peu de son ou de recoupette.

Les graines germées peuvent fournir une abondante et succulente nourriture en toute saison. La préparation en est facile. L'avoine qui est surtout employée dans ce but, est très recherchée des oiseaux. Certains éleveurs pour finir la croissance de leurs poulettes et les préparer à pondre au début de novembre distribuent au premier repas de l'avoine germée. Elle est immergée dans l'eau tiède et tenue humide pendant trois à cinq jours suivant la saison. Il faut environ 2 kilos d'avoine sèche par jour pour 100 volailles.

Pour les poussins, on la distribue plus développée lorsque les germes ont de 5 à 8 centimètres de hauteur. On trouve dans le commerce des germeuses spéciales qu'il est d'ailleurs très facile de construire. Au moment de l'élevage des poussins, tout à fait au début de la saison, on peut ainsi s'assurer une provision journalière de verdure. Les éleveurs américains, pendant l'hiver, en distribuent journellement à leurs grandes pondeuses.

ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE

Quelles que soient les conditions dans lesquelles sont entretenues les volailles, soit en liberté comme dans nos fermes, soit en demi-liberté ou complètement enfermées dans de petits parquets, leur alimentation en principes azotés doit être régulièrement assurée. De cette régularité dépendent la croissance et la production. Les aliments végétaux que nous venons de passer en revue ne sont pas suffisamment riches en protéines : il faut donc les compléter par des aliments d'origine animale pour constituer des rations bien équilibrées.

Les insectes, les larves, les vers constituent pour les volailles en liberté la meilleure source d'aliments azotés. Elles en sont abondamment pourvues au printemps et pendant les périodes pluvieuses de l'été. Pendant l'hiver ou les périodes sèches, elles ne peuvent compléter leur

ration protéique. Aux volailles enfermées il est nécessaire de fournir, toute l'année, sous une forme ou une autre, cette nourriture animale qu'elles n'ont pas la facilité de picorer au dehors. L'éleveur soucieux de la santé et de la production de ses volailles doit donc compléter la ration avec des produits d'origine animale que nous allons rapidement passer en revue.

La viande fraîche (muscle ou organes) serait certes la forme de nourriture animale la plus appréciée si son prix élevé n'en interdisait l'emploi.

Le sang frais se trouve facilement dans nos campagnes où les bouchers tuent au moins une fois par semaine. Frais, en caillot, il est de conservation très difficile en été; de plus, sous cette forme, il n'est pas très apprécié des volailles.

Le meilleur moyen pour utiliser le sang est de le faire cuire en le jetant dans l'eau bouillante; après quelques minutes on le retire et on l'égoutte. Il peut se conserver ainsi plusieurs jours en été. La dessiccation au four est très délicate; elle exige beaucoup de surveillance et des récipients spéciaux.

Il peut aussi servir à confectionner des pains d'une conservation plus longue. On prépare une pâte en mélangeant au sang frais des moutures d'orge ou de recoupette; on divise en pains que l'on fait cuire au four. Sous cette forme ils peuvent être utilisés dans la préparation des pâtées.

A défaut de ces produits naturels, il est donc nécessaire de s'adresser à des préparations industrielles qui n'ont pas les mêmes qualités et qui ne sont pas toujours acceptées par les volailles. On trouve dans le commerce des déchets de viande desséchés et granulés, des farines de viande et des poudres de sang desséché. Ces deux derniers produits sont généralement préparés par les clos d'équarrissage.

Déchets et Farine de Viande. — La valeur de ces produits dépend de leur dosage en protéine; or celle-ci varie dans des limites assez étendues allant de 40 % à plus de 80 %. Le dosage en graisses et en os est également très variable : les déchets de viande contenant une trop forte proportion d'os ne sont pas avantageux, car ce produit peut être obtenu sous une autre forme beaucoup plus économique. En général, ce sont des produits très difficiles à acheter en raison de leur composition mal définie, de leur pourcentage azoté trop variable, des produits étrangers sans aucune valeur alimentaire ajoutés pour donner du poids.

De plus, ils ont souvent une odeur désagréable qui les rend impropres à l'alimentation des volailles. Il est très facile de s'en rendre compte en versant un peu d'eau bouillante sur un échantillon. Si l'odeur qui s'en dégage est fétide le produit n'est plus bon que comme engrais. Les aliments concentrés ne doivent être employés qu'avec beaucoup de circonspection, car distribués en excès ils peuvent provoquer des troubles digestifs et nerveux.

Le dosage en azote étant connu, quelle quantité faut-il ajouter à une ration de grains déterminée pour obtenir le maximum de production en évitant un gaspillage toujours onéreux? Dans ce but le professeur DOUGHERTY de Californie a expérimenté sur 3 lots de 32 poules des poudres de viande dosant respectivement (40 à 45 %, 50 à 55 %, 70 à 75 %) de protéine.

La production d'œufs pendant plusieurs mois n'a pas été très sensiblement différente, par contre le coût de production a été sérieusement plus élevé.

	Pourcentage d'œufs	coût par douzaine
Lot 1 (45 %) protéine.	52,3	0,75
Lot 2 (55 %) —	50,1	1,24
Lot 3 (75 %) —	53	1,30

Les chiffres de la dernière colonne indiqués en dollars n'ont qu'une valeur comparative. Ils nous montrent cependant d'une façon indiscutable que les éleveurs doivent connaître la valeur et le dosage des poudres de viande et produits analogues, qui leur sont offerts journellement par des commerçants plus ou moins scrupuleux.

Déchets et farine de poisson. — Ces produits sont moins riches en protéine que les déchets de viande. Leur dosage varie entre 30 et 45 %. Par contre ils sont très riches en acide phosphorique. Mal préparés, ils peuvent contenir une proportion trop élevée de sel marin qui serait nuisible aux volailles. Distribués en trop grande quantité, ils déterminent souvent des troubles digestifs; de plus, s'ils ne sont pas frais ils communiquent aux œufs une odeur désagréable de poisson.

Les farines de poisson comme celles de viande ne devraient être achetées que sur certificat d'analyse et payées d'après le dosage en protéine.

Os verts râpés. — Les os verts râpés ou moulus constituent un aliment très riche en éléments minéraux et azotés.

En raison de leur conservation difficile pendant une grande partie de l'année, ces produits ne doivent être préparés qu'à mesure des besoins. On trouve dans le commerce des broyeur^s spéciaux qui transforment les os en une sorte de granulé dont les volailles sont très voraces. Tous les os ne conviennent pas à cet usage. Le milieu des gros os est dur et sans valeur nutritive, alors que les extrémités poreuses sont plus riches en matières animales. Les os plats du bassin, les épaules, les vertèbres, les côtes conviennent très bien. Les os provenant d'animaux jeunes sont préférables. Ce produit peut être distribué aux volailles à toutes les périodes de développement. Il est très utile pour la production des œufs, mais il faut le donner avec précaution aux reproducteurs car il exerce un mauvais effet sur la fécondité et nuit à l'éclosion des œufs (G. ROBERTSON).

On recommande d'en distribuer environ 25 grammes par poule, trois à quatre fois par semaine. On peut diminuer cette quantité si la mash contient de la poudre de viande ou un autre produit similaire.

Bouillis pendant plusieurs heures, ils produisent un excellent bouillon qui peut être très avantageusement employé pour délayer les pâtées.

Œufs d'insectes. — Tous les éleveurs de perdrix et de faisans connaissent la valeur nutritive de ces produits et savent combien les oiseaux en sont friands. A ce sujet, M. MOREAU, un de nos aviculteurs les plus distingués, m'a rapporté une observation qu'il avait faite dans un grand établissement avicole en Angleterre. Le propriétaire suspendait dans ses poussinières un canard mort. Après quelques jours, outre l'odeur un peu forte qui s'en dégageait, des asticots tombaient régulièrement sur le parquet où les poussins se les disputaient avec une avidité frénétique. Ils constituent une nourriture animale incomparable. Cet éleveur anglais procédait ainsi pour donner « un coup de fouet » au développement de ses poussins. Ce procédé est très original et mérite d'être employé si l'odeur n'est pas insupportable pour l'éleveur.

Le lait et ses sous-produits rentrent dans la catégorie des aliments d'origine animale. Nous pouvons y ajouter le fromage blanc, les œufs frais ou cuits dur qui sont employés dans l'alimentation des jeunes volailles de la basse-cour.

La valeur alimentaire du lait est trop connue pour que

nous nous y arrêtons, cependant quelques chiffres en feront mieux ressortir les qualités nutritives stimulantes et les propriétés préventives qu'il doit à ses protéines spécifiques, à ses éléments minéraux et à ses vitamines A et B. Les Américains le classent parmi les *protective feeds*.

Malgré la crise du lait qui sévit actuellement et qui est appelée à s'aggraver, on pourra toujours, dans nos exploitations agricoles, distraire une petite quantité de lait écrémé pour les couvées. De tous les sous-produits du lait, c'est le lait écrémé qui est le meilleur pour les poussins car il contient moins de graisse et plus de caséine. Le lait de beurre est également très bon. Le lait caillé a de plus une action curative très efficace sur les diverses entérites diarrhéiques des poussins. L'observation a montré qu'il valait mieux distribuer le lait sous la même forme plutôt que le donner pur à un repas et caillé à l'autre. Ces changements peuvent causer des désordres intestinaux.

Aux États-Unis et au Canada on trouve couramment dans le commerce des laits du beurre concentrés ou secs ayant la composition moyenne suivante :

FORME	Matière sèche %	Protides %	Glucides %	Lipides %	Cendres %	Calcium %	Chlore %
Liquide . . .	7,50	2,7	3,5	0,5	0,8	0,15	0,12
Exempt d'eau .	100	35,9	46,6	6,6	10,9	1,9	1,53
Concentré . . .	27,4	11,5	10,1	2,3	3,5	0,73	0,45
Exempt d'eau .	100	41,9	36,9	8,3	12,9	2,66	1,64
Desséché . . .	93	33,8	41,6	4,6	1	2,39	1,40
Exempt d'eau .	100	36,3	44,7	5	14	2,57	1,51

On ne prépare pas en France ces sous-produits de beurrerie qui sont généralement consommés sur place par les porcs.

Les tableaux suivants ont été établis aux stations de Vineland et de New-Brunswick (N. J.) après quelques années d'expériences et des observations portant sur des milliers de poussins.

Le tableau I nous montre la progression normale de la croissance de poulets élevés et nourris dans des bonnes conditions. Les sujets d'observation du tableau II avaient été élevés au concours de ponte de Vineland : au nombre de plus de 2.000 ils étaient tenus sur de grands parcours de luzerne, ils recevaient du lait de beurre *ad libitum* (1 partie de semi-liquide pour 7 parties d'eau), des œufs infertiles cuits dur, et la ration de la base suivante :

Mash sèche : Son 3 parties. Recoupettes 1 partie. Avoine aplatie 1 partie. Farine de maïs 1 partie. Gluten 1 partie. Poudre de viande 1 partie. Poudre de lait de beurre 1 partie ;

Grains à gratter : Blé 1 partie. Maïs écrasé 1 partie.

Pendant toute la période de croissance ils ont consommé à peu près autant de mash que de grains.

Ces chiffres se passent de longs commentaires. La croissance rapide et les poids supérieurs acquis par les sujets du tableau II sont la conséquence d'une nourriture abondante variée, contenant tous les éléments nutritifs essentiels et les facteurs complémentaires de la nutrition qu'ils trouvaient dans le lait et la verdure des parcours.

VALEUR COMPARATIVE DES ALIMENTS D'ORIGINE ANIMALE

Nous terminerons en donnant quelques unes des nombreuses expériences faites au Canada pour déterminer la valeur économique comparative des aliments d'origine animale dans l'alimentation des volailles.

1^o Comparaison du lait et de l'eau comme boisson pour les poulettes pondeuses.

Deux parquets soumis au même régime recevaient comme boisson l'un du lait de beurre, l'autre de l'eau. Le tableau suivant donne le relevé de la ponte et le pourcentage d'éclosions.

Age	TABLEAU I Poids normal des poussins pendant la croissance, (pas de lait). Poids moyens de 100 poussins.		TABLEAU II Poids des poussins de Vineland recevant du lait. Poids moyen de 100 poussins.	
	Races américaines	Leghorn	Races américaines	Leghorn
A la naissance	8	8	8	8
1 ^{re} semaine	10	10	10	12
2 ^e —	13	15	15	16
3 ^e —	21	23	23	28
4 ^e —	30	33	42	45
5 ^e —	41	42	62	68
6 ^e —	49	54	87	92
7 ^e —	65	71	105	112
8 ^e —	78	87	134	135
9 ^e —	93	102	155	156
10 ^e —	108	116	175	165
11 ^e —	129	132	190	173
12 ^e —	140	141	204	177
<i>Poulettes seulement</i>				
13 ^e —	150	132	210	182
14 ^e —	164	151	230	190
15 ^e —	193	173	250	205
16 ^e —	218	188	285	223
17 ^e —	255	196	312	240
18 ^e —	300	210	340	260
19 ^e —	325	225	365	279
20 ^e —	338	238	377	304
21 ^e —	360	262	390	315
22 ^e —	370	281	402	323
23 ^e —	381	297	405	329
24 ^e —	385	301	410	335

Les poids sont indiqués en livres de 453 grammes.

Ration normale et boisson composée de	Nombre d'œufs pondus	RÉSULTAT DE L'ÉCLOSION					
		Nombre d'œufs			Pourcentage d'œufs		
		Couvés	Fécondés	Éclos	Fécondés	Fécondés éclos	Éclos
Lait. . .	1535	283	213	81	75,3	38,0	28,6
Eau. . .	1139	203	191	104	94,1	54,4	51,2

Les résultats de ponte sont tout à fait en faveur du lait. Les œufs des oiseaux recevant de l'eau ont donné de meilleures éclosions. C'est peut-être parce que la ponte excessive avait affaibli la vitalité.

2^o Comparaison des déchets de bœuf, des déchets d'abattoir et de la farine de poisson.

Trois parquets d'oiseaux ont été nourris de la même façon. Le parquet 6 recevait 20 % de déchets de bœuf, le parquet 7: 20 % de déchets d'abattoir, le parquet 8: 20 % de farine de poisson.

Les pourcentages sont donnés par poids de pâtée totale. Les déchets dosaient 60 % de protéine et la farine de poisson 56 %.

Ration normale plus	Nombre d'œufs pondus	RÉSULTAT DE L'ÉCLOSION					
		Nombre d'œufs			Pourcentage d'œufs		
		Couvés	Fécondés	Éclos	Fécondés	Fécondés éclos	Total éclos
Déchets de bœufs . .	1374	220	157	54	71,4	34,4	24,5
Déchets d'abattoir.	1167	201	183	76	91,0	41,5	37,8
Farine de viande. .	1257	217	157	61	72,3	38,8	28,1

Ce sont les déchets de bœuf qui ont donné les meilleurs résultats pour la ponte. La différence dans les résultats d'éclosion peut être causée par les écarts de production.

3° Comparaison du lait et des déchets de bœuf.

Deux parquets nourris de la même façon, sauf que l'un recevait du lait et de l'eau sans déchets de bœuf, l'autre ne recevait que de l'eau à boire et 20 % de déchets de bœuf mélangés à la mash sèche.

Ration normale additionnée de	Nombre d'œufs pondus	RÉSULTATS DE L'ÉCLOSION					
		Nombre d'œufs			Pourcentage d'œufs		
		Couvés	Fécondés	Éclos	Fécondés	Fécondés éclos	Total éclos
Lait . . .	1045	146	135	61	92,4	45,2	41,8
Déchets de bœuf . . .	1201	133	111	20	72,5	18	13,1

Les déchets de bœuf ont permis d'obtenir la plus forte ponte mais le lait a donné un pourcentage d'éclosions plus élevé.

4° Importance des matières azotées d'origine animale dans la ration des volailles.

Ces expériences ont été faites à la station expérimentale de l'Indiana. Réparties sur quatre années, elles avaient surtout pour but de mettre en évidence, la nécessité d'ajouter des matières azotées d'origine animale à la nourriture habituelle des pondeuses pour augmenter la production des œufs.

Les résultats ont permis d'établir le graphique ci-après.

A titre d'indication, voici le relevé des différentes rations employées au cours des essais :

ALIMENTS (en poids)	PARQUETS					
	Témoïn	Lait écrémé	Déchets de viande	Témoïn	Lait écrémé	Déchets de poisson
Maïs.	10	10	10	10	10	10
Blé	10	10	10	5	5	5
Avoine	5	5	5	10	10	10
Son	5	5	5	5	5	5
Recoupette . . .	5	5	5	5	5	5
Lait écrémé . . .		62			50	
Déchets de viande.			3,5			
Déchets de poisson.						3,6

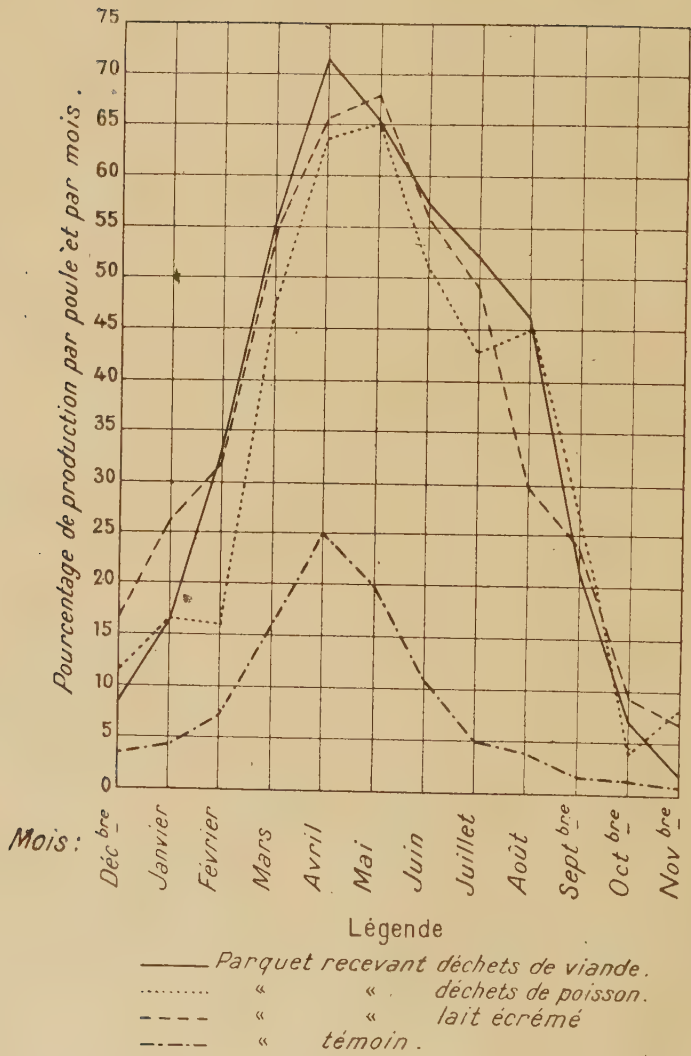
Dans le rapport de la station de Cap Rouge (Canada), nous relevons une expérience comparative très intéressante sur la **valeur du lait écrémé et des déchets de bœufs**, pour la ponte d'hiver.

On peut affirmer que les poules ordinaires de la ferme pondraient beaucoup plus si elles recevaient beaucoup plus de protéine de source animale. Une chose très sûre et qui a été démontrée à maintes reprises, c'est que la protéine d'origine végétale ne peut remplacer complètement la protéine animale pour la ponte. En outre, l'emploi de la nourriture animale abaisse sûrement le prix de revient des œufs car beaucoup de données expérimentales recueillies aux Etats-Unis et au Canada montrent que le grain seul est une ration coûteuse.

Le petit nombre de gens qui se rendent compte de l'importance des aliments d'origine animale pour la production des œufs à bas prix se demandent encore quelle est la sorte la meilleure et la plus économique de ces aliments. L'article commercial est généralement sous forme des moulées, de viande crue ou de déchets de bœuf, tandis que le lait écrémé est un produit que l'on peut se procurer dans un très grand nombre de fermes. Les os verts, les viandes crues ne se gardent pas très bien sauf lorsqu'il fait froid de sorte que l'on emploie généralement les déchets de bœuf.

En 1916 nous avons essayé de comparer les déchets de bœuf et le lait écrémé à la station du Cap Rouge pour la production des œufs d'hiver. Cette expérience a duré pendant cinq saisons de février à novembre inclusivement, pendant cinq ans, de sorte que les données qui se sont accumulées, sans être tout à fait concluantes,

GRAPHIQUE I



peuvent être considérées comme jetant une lumière considérable sur ce sujet.

Il y avait une moyenne de 25 poules par parquet. Toutes ont reçu les mêmes quantités d'aliments semblables sauf qu'un groupe recevait du lait écrémé et l'autre des déchets de bœuf.

Les résultats de ces expériences réparties sur cinq années, sont condensés dans le tableau ci-après.

PRODUIT		* LAIT ÉCRÉMÉ				DÉCHETS DE BŒUF			
SAISON	Nombre de volailles par parquet	Poids total au 1 ^{er} nov.	Poids total au 28 fév.	Augmentation de poids en livres	Nombre d'œufs pondus	Poids total au 1 ^{er} nov.	Poids total au 28 fév.	Augmentation de poids en livres	Nombre d'œufs pondus
1916-1917	25 poulettes	112	145	33	384	115	155	40	247
1917-1918	25 —	122	158	36	159	116	156	40	8
1918-1919	25 —	95	159	64	438	106	149	43	232
1919-1920	25 —	109	136	26	144	117	128	11	76
1920-1921	25 —	140	160	20	449	141	142	1	499
Moyenne.	25 —	116	151	36	315	119	146	27	212

On voit dans le tableau précédent, que les poules qui recevaient du lait écrémé ont pondu non seulement un plus grand nombre d'œufs, mais ont fait une meilleure augmentation de poids que celles qui recevaient des déchets de bœuf. Ce produit à poids égal valait environ neuf fois plus que le lait écrémé.

Pour la production des œufs les déchets de bœuf peuvent être remplacés par le lait écrémé, mais il faut le donner toujours doux ou toujours sûr. La meilleure méthode d'alimentation montre qu'il faut environ 1/3 de livre (150 grs) de lait écrémé par jour et par poule. Si elles ne boivent pas cette quantité, on peut en ajouter à la pâtée pour les forcer à prendre cette dose.

ALIMENTS MINÉRAUX

Nous avons étudié d'autre part l'importance des éléments minéraux : nous avons vu combien ils étaient nécessaires, indispensables même aux sujets en voie de dévelop-

pement et surtout aux grandes pondeuses; nous avons vu également que si dans quelques cas l'apport minéral est suffisant, le métabolisme de ces éléments reste imparfait par suite de carences soit de facteurs physiques (lumière solaire directe) soit de facteurs complémentaires. (Vitamines).

Ce problème alimentaire varie avec les conditions dans lesquelles sont tenues les volailles. Ainsi les poules qui courent en liberté, trouvent ces éléments dans les grains, la verdure, les insectes et le gravier. Quant aux volailles enfermées, et c'est le cas de la grande majorité de nos petits élevages, elles manquent d'éléments minéraux.

Il est donc important, écrit G. ROBERTSON de savoir la meilleure forme sous laquelle ces matières minérales peuvent être données. Les quantités de matières minérales que contiennent les luzernes, les trèfles, les sons et autres éléments réguliers ne suffisent pas; il est nécessaire de donner des substances qui renferment ces éléments dans des quantités et dans un état tels qu'ils puissent être assimilés facilement. Les os, les coquilles, le gravier, le charbon de bois sont les aliments généralement employés pour répondre à ces exigences.

Os. — Les os verts que nous avons signalé précédemment comme une des meilleures formes de nourriture animale constituent une excellente source d'éléments minéraux. Sous forme de poudre d'os, la distribution est faite dans la pâtée. La forme granulée est préférable pour mélanger à la mash sèche.

Coquilles d'huîtres. — De tous les aliments minéraux elles constituent la forme la plus économique et la plus appréciée des volailles. Broyées et tamisées, on obtient des produits de dimensions variables convenant aux sujets de différents âges. Pour les pondeuses, on les met généralement dans une petite trémie séparée où elles peuvent picorer à volonté.

Charbon de bois. — Autrefois, il était employé comme médicament, alors qu'aujourd'hui, en raison de la quantité considérable consommée par les volailles, on doit plutôt le considérer comme aliment minéral. S'il n'a aucune valeur nutritive, il est très utile comme désinfectant intestinal.

Au lieu de le distribuer sous forme de poudre mélangé à la pâtée, il faut le pulvériser grossièrement et le tenir dans une trémie, constamment à la portée des volailles.

DIGESTIBILITÉ

Dans l'appréciation de la valeur nutritive d'un aliment ou d'un groupe d'aliments, il est nécessaire de tenir compte de la digestibilité des différents éléments. Si, par exemple 100 parties de protéine sont ingérées et 10 rejetées avec les matières fécales, le coefficient de digestibilité sera de 90.

De nombreuses expériences portant sur les volailles ont montré qu'une ration contenant des matières alimentaires d'origines animale (viande, poisson, lait) et végétale (graines, légumes) avait une proportion de principes nutritifs assimilés plus élevée qu'une ration composée de produits végétaux seulement. Ainsi, dans une ration composée de produits d'origines animale et végétale 92 % de protéides, 95 % de lipides sont digérés. Ce sont leurs coefficients de digestibilité.

Dans une ration exclusivement végétale la digestibilité de la protéine tombe à 80 %, celle des matières grasses à 56 %, celle des hydrocarbonés reste à 97 %. (CH. EVANS).

De ces données expérimentales, on conclut que dans les mélanges alimentaires destinés aux volailles la présence de protéines animales facilite le métabolisme des différents éléments nutritifs et les rend plus assimilables à l'exception des hydrocarbures.

Il en résulte que dans le choix des aliments devant entrer dans la composition d'une ration, il est indispensable d'ajouter une certaine proportion de matières azotées d'origine animale. Elles aident à l'assimilation tout en augmentant la valeur nutritive du mélange dans une très forte proportion.

Ce sont là des indications très intéressantes qui ont une valeur économique sérieuse, surtout lorsqu'il s'agit de composer la ration d'un poulailler important.

CHAPITRE IV

RATIONNEMENT

La proportion des éléments nutritifs dans une ration est désignée sous le nom de relation nutritive. C'est le rapport entre les protides (1) et les matières non azotées comprenant les glucides et les lipides. Traduit en chiffres, la protéine, dans ce rapport est ramenée à l'unité par comparaison avec les autres éléments. Dans le calcul de la R. N. tous les éléments doivent être réduits à la même valeur. Les corps gras donnant plus de chaleur que les principes hydrocarbonés, doivent donc abandonner dans le corps une proportion d'énergie plus considérable. Leur valeur calorique étant 2,25 fois plus forte, il faut multiplier leur pourcentage par ce coefficient.

Partant de ce principe, on détermine la R. N. d'un aliment en additionnant les glucides et les lipides multipliées par 2,25. Le total ainsi obtenu est divisé par les protides. Du blé qui a la composition suivante : Protides 11,9, glucides 71,9; lipides 2,1, on établit ainsi la formule :

$$\frac{11,9}{71,9 + (2,1 \times 2,25)} = \frac{1}{6,4}$$

La relation nutritive du blé est donc de 1 : 6,4 c'est-à-dire que pour chaque partie de protéine, il y a 6,4 parties de principes non azotés.

Pour établir la R. N. d'une ration, on additionne les colonnes respectives de chaque élément nutritif et on procède ensuite comme il a été précédemment indiqué pour un aliment simple.

La relation peut-être « étroite » ou « large ». Elle est étroite, lorsqu'il y a peu de différence entre les deux éléments (protéine et principes non azotés). Elle est dite large dans le cas contraire.

1. Les termes protides, lipides, glucides, dorénavant adoptés par la nomenclature internationale remplacent les termes bien connus de protéine, matières grasses, matières hydrocarbonées, pris dans leur sens le plus large.

Ce sont des termes relatifs et nullement fixes nous explique J. ROBERTSON :

Une ration que l'on tient généralement comme plus ou moins bonne, peut servir de base pour comparer les autres rations : par exemple une bonne ration pour poulets aurait une relation nutritive d'environ 1 : 3,5 à 1 : 4,5. La période de formation des plumes demande une relation encore plus étroite que la période ordinaire de la croissance. Il en est de même pour les volailles adultes. Une ration d'entretien aurait une relation nutritive d'environ 1 : 6 à 1 : 6,5 et une ration d'engraissement peut être encore un peu plus large; mais, lorsqu'une poule pond beaucoup, alors la ration doit être plus étroite, environ 1 : 4 à 1 : 5, et encore plus étroite pendant la mue 1 : 3,5.

Le directeur avicole d'Oka (Canada) préconise pour les poules les relations suivantes : ration d'entretien 1 : 6,6 — ration de ponte : 1 : 4,4 — ration pendant la mue : 1 : 3 — ration d'engraissement 1 : 6,8.

Le professeur RICE estime que les besoins nutritifs des pondeuses, basés sur la nourriture totale consommée se répartissent comme suit :

Cellulose 3,5 à 5 %.

Protéine digestible 12 à 15 % dont 4 à 5 % d'origine animale.

Matières digestibles totales 70 à 75 %.

D'où une R. N. oscillant entre 1 : 4 à 1 : 5.

Nous verrons au chapitre suivant, comment il établit ses rations à l'aide des données de KAUPP-IVEY, qui ont spécialement étudié l'utilisation des principes nutritifs chez les volailles.

Dans l'établissement des rations de ponte, il est facile après quelques tâtonnements, de modifier la composition des mélanges alimentaires. Si la R. N. est trop large (plus de 5 parties de principes non azotés pour une partie de protéine), on réduit les proportions d'un ou plusieurs aliments ayant un R. N. large et on augmente le pourcentage d'un ou deux aliments ayant une R. N. étroite. D'un autre côté, si la R. N. est trop étroite (moins de 4 parties de principes non azotés pour 1 partie de protéine), on remplace certains aliments à relation étroite par d'autres ayant une R. N. plus large. A l'aide des tables de nutrition, il sera facile d'établir une ration contenant tous les éléments nutritifs dans une juste proportion.

Le Dr W. P. WHEELER de Geneva a calculé les besoins

nutritifs des poules à tous les stades de développement, depuis leur naissance jusqu'à la période de production et d'engraissement. Ce ne sont évidemment que des indications approximatives qui n'en constituent pas moins une base d'appréciation pour la constitution des rations. (Toutes les quotations sont établies en livres de 453 grs.).

Ces indications théoriques sont en concordance avec ce qui est recommandé depuis longtemps dans l'alimentation rationnelle des vaches laitières.

Ces principes généraux d'alimentation sont-ils applicables aux volailles?

Nous répondons nettement par l'affirmative.

Besoins nutritifs journaliers des volailles pour 100 livres de poids vif.

OISEAUX	Principes nutritifs digestibles (en livres)					Calories	R. N.
	Pro- tides	Lipi- des	glu- cides	cen- dres	matière sèche		
Période de croissance							
Poussin 2 prem. sem.	2	0,40	7,20	0,50	10,1	18,800	I : 4,1
— 2 à 4 semaines.	2,20	0,50	6,20	0,70	9,6	17,830	I : 3,4
— 4 à 6 —	2	0,40	5,60	0,60	8,6	16,640	I : 3,3
— 6 à 8 —	1,60	0,40	4,90	0,50	7,4	13 780	I : 3,7
— 8 à 10 —	1,20	0,40	4,40	0,50	6,4	11,680	I : 4,3
— 10 à 12 —	1,00	0,30	3,70	0,40	5,4	10,000	I : 4,4
Période d'entretien							
Chapon 9 à 12 livres	0,30	0,30	1,74	0,06	2,3	4,600	I : 7,5
Poules de 5 à 7 —	0,40	0,20	2,00	0,10	2,7	5,300	I : 6,2
— 3 à 5 —	0,50	0,30	2,95	0,15	3,9	7,680	I : 7,4
Période de production							
Poules de 5 à 8 livres.	0,65	0,20	2,25	0,20	3,3	6,240	I : 4,2
— 3 à 5 —	1	0,35	3,75	0,30	5,4	10,300	I : 4,6

Avant d'établir une ration, il faut d'abord considérer son objet, c'est-à-dire sa destination finale. Il y a une rela-

tion économique étroite entre les aliments distribués et le but à atteindre, qu'il s'agisse du développement des poussins ou de l'élaboration d'un produit fini (œufs ou poulets de consommation).

Cela n'implique pas la nécessité de peser soigneusement tous les jours, une certaine quantité de chaque variété d'aliments, mais, il faut combiner et mélanger les différents produits alimentaires de façon à fournir aux volailles une quantité suffisante de chaque élément nutritif pour satisfaire aux besoins de leur organisme, tout en évitant un gaspillage onéreux. Il sera tenu compte de l'âge des sujets, de leur état général, des conditions d'élevage, du milieu, du but économique, etc.

Dans le tableau suivant nous mettons en parallèle la composition de quelques aliments et les besoins nutritifs des volailles, pour mieux faire ressortir les mauvais résultats obtenus avec l'alimentation exclusive si répandue dans nos petits élevages.

	Eau	Protides	Lipides	Glucides	Cendres
Maïs	10,6	10,3	5,0	72,6	1,6
Avoine	11,0	11,8	5,0	69,2	3,0
Déchets de viande	10,7	60,2	25,0	—	4,1
Trèfle vert	70,8	4,4	1,1	21,6	2,1
Poule	55,8	21,6	18,8	—	3,8
Chapon	41,6	19,4	35,3	—	3,7
Œuf	66,7	13,2	8,9	—	12,2

Ainsi, avec une ration exclusive de maïs, une poule ne peut pondre abondamment et se maintenir en bon état surtout au moment de la mue. Pour se procurer la protéine indispensable à ses besoins, elle sera obligée de consommer une plus grande quantité de maïs. Le surplus de glucides se transformera en graisse de dépôt. A ce régime exclusif, la poule perdra progressivement ses facultés de pondeuse et ne sera plus bonne qu'à la consommation. L'avoine seule ne peut ni amener une poulette à maturité, ni la mettre en condition de ponte, ni assurer une grande production d'œufs.

Les autres céréales donnent des résultats identiques. Une ration contenant une trop forte proportion de déchets de viande, serait désastreuse à tous les points de vue. Ces observations condamnent la déplorable habitude de la plupart de nos éleveurs qui distribuent journellement les mêmes grains à leurs volailles. Il en résulte un gaspillage de nourriture, une faible production, souvent des maladies de carence et conséquemment une perte considérable.

En résumé, pour la production intensive des œufs, il est absolument nécessaire de préparer des rations bien balancées, contenant en proportions relativement larges, tous les éléments nécessaire d'abord à l'entretien des oiseaux et ensuite à la formation des œufs.

Nous terminerons ce paragraphe par la comparaison originale de M. HARRIS. R. LEWIS. D'après le savant directeur avicole de New-Jersey, la poule est en réalité une machine qui peut être comparée à une automobile dont le moteur marche au ralenti mais qui a une puissante force en réserve. Le carburant nécessaire pour entretenir la machine au ralenti, est comparable à la ration d'entretien des volailles. Si l'on désire augmenter la vitesse de la voiture, un dispositif spécial assure une distribution complémentaire de mélange carburant en rapport avec la puissance demandée.

Pour les volailles il en est de même. Si l'on veut augmenter la production des œufs, par exemple, il est tout d'abord *indispensable que les volailles aient des qualités latentes de pondeuses susceptibles d'être développées*, un appareil digestif capable de digérer et d'absorber tout supplément alimentaire et, enfin, il faut ajouter à la ration d'entretien, les éléments nécessaires en qualité et en proportion pour atteindre ce but.

Méthodes d'alimentation.

Les méthodes d'alimentation généralement employées sont trop nombreuses pour que nous puissions les examiner toutes : chaque éleveur a d'ailleurs sa manière propre de mélanger les grains, de préparer les pâtées et régler les distributions. En général, tous les systèmes sont bons malgré leurs petites imperfections. Ce qu'il importe surtout dans l'alimentation des volailles, c'est la quantité et la qualité des éléments nutritifs et la régularité des distributions.

Quelle que soit la multiplicité des méthodes d'alimentation, on peut les ramener à deux systèmes bien définis : la mash sèche et la pâtée humide. Dans les milieux avicoles, cette question est encore très discutée; chaque système a ses partisans et ses détracteurs; nous estimons que les deux systèmes sont bons à condition d'être judicieusement employés; nous sommes en parfait accord avec M. G. ROBERTSON qui écrit à ce sujet :

Système de la mash sèche. — L'emploi de la pâtée sèche dans une trémie s'est beaucoup répandue en ces dernières années, surtout sur les grandes installations avicoles où le problème est difficile à résoudre. Ce système a ses avantages et ses désavantages, mais les premiers l'emportent de beaucoup sur les derniers. L'inconvénient principal c'est que les volailles gaspillent de la nourriture, en l'éparpillant autour des trémies. On peut éviter ce gaspillage dans une large mesure en se servant de trémies bien construites ou en fermant ces trémies, sauf à certaines périodes régulières.

Les avantages principaux sont les suivants : Il y a économie de temps, parce qu'on n'a pas à préparer des pâtées humides; la suralimentation est moins à craindre, car la pâtée sèche est moins savoureuse que la pâtée humide; enfin on économise le grain et on tient aussi les volailles plus actives car elles préfèrent le grain rond à la pâtée sèche et grattent leur litière tant qu'il reste un grain à trouver.

Système de la pâtée humide. — La pâtée humide, donnée quotidiennement était autrefois le système favori des aviculteurs. Beaucoup préfèrent encore cette méthode au système des trémies. Il y en a qui préfèrent donner la pâtée le matin d'autres à midi, d'autres encore le soir. L'heure importe peu, c'est une question de commodité pour le nourrisseur. Voici quelques désavantages de ce système :

Il exige plus de temps et demande plus de régularité que l'alimentation au moyen de la trémie; les troubles de la digestion causés par la suralimentation ou par l'emploi de pâtées mal faites sont plus à craindre. Les avantages sont les suivants : La pâtée permet d'utiliser complètement les restes de tables, les pelures de légumes et les autres déchets de la cuisine. Elle est plus savoureuse que la pâtée sèche; enfin c'est un moyen commode d'encourager les poules à manger de la luzerne ou d'autres aliments de ce genre.

Une combinaison des deux méthodes peut-être employée avec avantage surtout pour l'alimentation des poulettes en vue de la ponte.

D'autre part, des expériences ont été faites en Belgique, au concours de ponte des Pâturages, sous la haute direction de M. DUJARDIN, sur trois lots de poulettes, dans le but de comparer les différentes méthodes d'alimentation. Un pre-

mier lot était nourri aux grains et farineux (pâtée sèche), un second lot était nourri aux grains, pâtées humides et farineux secs; le troisième lot, uniquement aux grains et pâtées humides.

Après neuf mois d'un contrôle très sérieux, pendant lesquels les poulettes furent trappenestées, leurs œufs pesés ainsi que la nourriture qu'elles consommaient, on obtint les résultats suivants :

1^o Le lot nourri aux grains et à la pâtée sèche a donné par tête 134,7 œufs, d'un poids moyen de 50 gr. 3.

2^o Le lot nourri aux grains, pâtées humides et farineux secs a donné par tête 125,7 œufs, d'un poids moyen de 60 gr. 4.

3^o Le lot nourri aux grains et pâtées humides a donné par tête 133,1 œufs, d'un poids moyen de 58 gr. 1.

Les pâtées sèches mélangées de farineux, sont d'un rendement nettement supérieur aux pâtées humides composées des mêmes farineux.

Pour l'élevage agricole, la **trémie** s'impose. Elle doit désormais faire partie du matériel agricole comme la couveuse et l'éleveuse. Elle permet de mettre à la disposition des volailles un mélange alimentaire, dont la composition est calculée pour compléter ce qu'elles trouvent habituellement au dehors. Au printemps par exemple, il sera moins riche en éléments azotés qu'elles ramassent en abondance sous forme de vers et d'insectes : l'hiver, ce sera le contraire.

La trémie a de plus l'avantage de pouvoir être tenue ouverte plus ou moins longtemps suivant la saison, la température, les intempéries, l'exploitation agricole etc. Elle doit être le *véritable régulateur économique de l'alimentation des volailles à la ferme*.

Celles-ci ne peuvent être alimentées exclusivement avec la mash sèche ou de la pâtée humide : leur proportion dans la ration journalière doit être d'environ $1/3$ mais ne pas dépasser la moitié du poids total. Le complément est constitué par un mélange de grains variés, non moulus. Dans la grande majorité de nos exploitations, le grain est toujours répandu sur la partie la plus propre de la cour; souvent même, il est placé dans de grandes augettes plates. Dans ces conditions s'il est très rapidement ramassé, les poules gavées, le jabot plein, vont se blottir dans un coin abrité sans prendre aucun exercice.

Pour satisfaire aux préférences et aux besoins des

volailles, on considère que la mash sèche doit être constituée par au moins cinq sortes de produits moulus dont un de provenance animale. Le mélange de grains en contiendra au moins deux sortes.

Les grains riches en parties fibreuses comme l'avoine, le sarrasin ne dépasseront pas le tiers du mélange total.

Nous préconisons l'aménagement d'un hangar, d'un abri auprès du poulailler où l'on placera les trémies à mash sèche et à coquilles d'huîtres, l'abreuvoir; sur le sol, on entretiendra une litière assez épaisse, fréquemment remuée, constituée avec de la paille brisée, des menues pailles, des feuilles sèches des copeaux, etc. Les grains seront jetés dans cette litière pour inciter les volailles à gratter et prendre ainsi un exercice nécessaire à leur santé générale.

Dans quelques circonstances cependant, il est nécessaire de recourir à une alimentation exclusive de grains :

a) Des poulettes nées au début de la saison commencent souvent à pondre en août; elles sont alors susceptibles de faire une mue partielle en automne et de cesser de pondre jusqu'en janvier ou février. Pour retarder leur maturité et les amener plus tard en ponte, on les maintient pendant quelque temps sur une ration exclusive de grains.

b) Les volailles de races lourdes ont, après la mue, une tendance à prendre de la graisse, une ration exclusive de grains dans une litière abondante, les oblige à prendre de l'exercice et les remet en bonne condition de production.

Le grain répandu dans une litière propre bien entretenue souvent remuée et changée, peut servir de régulateur aux grandes fonctions.

CHAPITRE V

DES RATIONS

En application de tout ce qui précède, nous arrivons maintenant au dernier chapitre de l'alimentation : la composition des rations et leur distribution.

On a déterminé pour les grands animaux de nombreuses formules de rationnement, adaptées à la croissance et au but économique des sujets. Pour les volailles, rien de semblable n'a encore été fait d'une façon complète : jusqu'alors, la poule avait trop peu de valeur économique, ensuite, l'analyse des excréta présente quelques difficultés. Dans le cloaque, des matières fécales, déchets des digestions, se mélangent avec les urines, produits de désagrégation des tissus. L'analyse de ce mélange est extrêmement délicate, car il est souvent très difficile de séparer les portions non assimilées de la nourriture, des tissus désagrégés de l'organisme. Dans ces conditions, on est donc obligé de procéder par tâtonnement : d'ailleurs, on ne peut établir que des rations moyennes convenant à l'ensemble des sujets d'un poulailler. En raison même de la composition de la basse-cour de nos fermes, en octobre par exemple, l'établissement d'une ration de ponte adéquate est impossible. D'un autre côté, on ne peut apprécier ce que les volailles ramassent au dehors, car, elles ont encore bien développé, ce merveilleux instinct qui les dirige dans le choix des aliments nécessaires à leurs besoins.

Pour les petits élevages contenant un nombre limité de sujets, souvent du même âge, le problème est plus facile à résoudre.

Pour les élevages industriels, la composition des rations est moins difficile à établir, car les volailles, suivant l'âge et la race sont entretenues dans des parquets plus ou moins spacieux. Comme il faut pourvoir à toute leur nourriture, les rations pourront être composées de façon à satisfaire largement à leurs besoins.

Nous allons donc essayer de montrer comment ces aliments que nous venons de passer en revue, peuvent être associés et mélangés pour constituer une bonne ration. Limité par notre sujet, nous ne nous occuperons pas des poussins et des poulets. Les développements des chapitres précédents, pourront servir de base pour leur établir un régime rationnel.

Notre poulailler étant constitué par des poulettes et des poules saines, vigoureuses, actives, logées dans des conditions tout à fait hygiéniques, quelle nourriture faut-il leur distribuer pour obtenir leur maximum de ponte?

Dans quelles proportions les aliments doivent-ils être mélangés, pour obtenir ce maximum sans gaspillage de nourriture?

La poule ne sabote pas ses œufs; quelles que soient les imperfections de son régime, elle nous donne toujours un produit fini, dont la composition oscille dans des limites très étroites.

Ce problème nutritif des pondeuses semble très simple en apparence : il consiste à leur fournir en juste proportion les éléments qui entrent dans la composition de l'œuf, ou plutôt, leur donner un mélange alimentaire dans lequel elles trouveront les éléments nécessaires, à l'élaboration du blanc, du jaune et de la coquille.

De plus, ce mélange alimentaire devra être composé de telle sorte que la poule y trouve de quoi faire autant de blancs que de jaunes. Ainsi par exemple, si avec une ration elle peut fabriquer 25 blancs et 10 jaunes, elle ne pondra pas 25 œufs mais seulement 10. Ces 15 blancs inutilisés seront mis en réserve, en attendant que la poule trouve dans sa nourriture de quoi faire de nouveaux jaunes. Il en résulte une perte d'œufs et un gaspillage de nourriture très appréciable. Nous avons vu d'autre part combien l'alimentation exclusive aux grains est défectueuse et onéreuse.

Une station expérimentale américaine dans une de ces circulaires répandues à profusion, illustre ces faits d'une façon saisissante :

Un œuf contient un quart d'once de protéine (l'once vaut 28 gr.). Si la poule est simplement nourrie avec du blé et rien d'autre, elle peut manger 4 onces par jour. Sur cela il lui faut environ 3 onces pour sa ration d'entretien, ce qui laisse 1 once (28 gr.) pour faire des œufs. Dans une once de blé il y a environ un dixième d'once de protéine. En supposant que toute la protéine soit digestible, ce qui n'est pas le cas, la poule n'aura pas assez de protéine pour faire un

demi-œuf par jour. Mais un œuf tous les 2 ou trois jours ce ne serait pas si mal en certaines saisons. L'œuf, cependant contient autre chose. Il contient aussi un quart d'once de chaux, avec quoi est faite la coquille. Une once de blé contient moins du dixième de ce qu'il faut pour un œuf. L'œuf contient aussi de la matière grasse, mais le blé contient $3/4$ d'once de substances génératrices de cette matière grasse.

Quelle sera donc le résultat si la poule est exclusivement nourrie avec du blé. Elle aura assez de protéine pour faire un œuf tous les trois jours, assez de chaux pour faire un œuf tous les douze jours et assez de matières non azotées pour faire 3 œufs par jour. « Que va faire la poule? Elle pourrait mettre plus de matières grasses pour compenser le manque de protéine; elle pourrait faire un article saboté, mais elle ne le fait pas, à moins qu'elle n'ait les matériaux suffisants, elle ne pondra pas l'œuf. Il lui faut la nourriture convenable. »

Ces principes généraux posés, comment établir une alimentation rationnelle des volailles de nos élevages? On ne peut songer à changer brusquement les vieilles méthodes en usage depuis..... des siècles. Il faut au contraire essayer d'ajouter aux pratiques actuelles, un supplément alimentaire destiné à augmenter la ponte d'une façon très appréciable.

Il y a seulement quelques années les tourteaux étaient inconnus de nos fermiers : Aujourd'hui, presque tous en ajoutent à la ration, pour augmenter la sécrétion lactée ou engraisser leur bétail.

Pour les volailles en sera-t-il de même? Lorsque nos fermières comprendront que ce supplément alimentaire plus riche en produits azotés augmente la ponte, elles n'hésiteront pas à modifier leurs méthodes d'alimentation. Après, elles remplaceront leurs poules communes par des volailles sélectionnées, pour obtenir un rendement encore plus élevé avec la même nourriture.

Le problème alimentaire des pondeuses se présente différemment suivant les conditions dans lesquelles elles sont entretenues. Nous allons l'envisager dans les deux cas principaux : à la ferme et dans les petits élevages.

Elevage agricole.

Nous ne reviendrons pas sur l'alimentation actuelle, des volailles de nos fermes : nous en avons maintes fois décrit et critiqué les imperfections.

Étant surtout défectueuse l'hiver, nous choisirons cette

saison comme point de départ d'une tentative de réforme des méthodes d'alimentation.

Elle convient d'autant mieux que les poulettes et les poules devraient commencer à pondre : les éleveurs ont donc tout intérêt à parfaire la ration que les volailles ne peuvent compléter au dehors, en raison des mauvais temps et des jours trop courts. Ce complément consiste généralement en matière fibreuses sans grande valeur nutritive et en quelques parcelles de racines fourragères.

De fin octobre au 15 mars au moins, il faut donc mettre à leur disposition un mélange nutritif suffisamment riche en principes azotés pour parfaire leur ration. Ce supplément que nous réclamons pour nos volailles sera constitué de préférence par une mash sèche. Nous avons signalé d'autre part, les nombreux avantages de cette méthode d'alimentation; à la fin du chapitre nous en donnerons quelques formules faciles à préparer à la ferme.

Nous insistons pour l'installation d'une trémie bien conditionnée pour éviter tout gaspillage. Elle sera suffisamment grande pour contenir la ration de plusieurs jours et même d'une semaine, d'où économie de temps et de main-d'œuvre.

Quand et combien de temps devra-t-elle être ouverte? Un vieux proverbe américain dit que l'aviculteur doit se rendre au poulailler le matin, avec une *mesure de grains* et deux *mesures de jugement*. C'est le cas de l'appliquer.

Le maximum des distributions devra être fait en cette saison : on considère qu'il faut pour 100 volailles de 6 à 7 kilos de grains mélangés et 3 à 4 kilos environ de mash sèche. Cette quantité pourra être diminuée si les volailles reçoivent comme boisson du lait de beurre ou du lait écrémé. De temps en temps, pour varier le régime et augmenter la consommation, on pourra confectionner une pâtée avec le mélange de la mash sèche et du lait de beurre ou du thé de feuilles de luzerne ou de trèfle.

Pour inciter les poules à prendre un exercice indispensable au bon fonctionnement physiologique de l'organisme, on distribuera le matin seulement $\frac{1}{3}$ de la ration de grain dans une litière sèche et propre. Le reste sera distribué l'après-midi assez tôt pour que les volailles puissent le ramasser avant de gagner les perchoirs. Quant à la trémie, elle sera ouverte plus ou moins longtemps suivant les circonstances. C'est là où la fermière devra faire preuve d'un bon jugement. Si elle peut rester ouverte une grande partie

de la journée pendant le plus mauvais jours d'hiver, elle devra rester fermée toute la matinée certains jours et même n'être ouverte que quelques heures avant le coucher, les jours de battage par exemple.

Nous répétons que la trémie à mash sèche doit être le *véritable régulateur économique* de l'alimentation des volailles à la ferme, à condition qu'elle soit employée avec discernement.

Si les poules n'ont pas libre accès au tas de betteraves, il sera nécessaire d'en mettre journellement des fraîches à leur disposition. Dans beaucoup de nos régions agricoles on cultive des choux fourragers qui conviennent très bien aux volailles. Les feuilles peuvent être distribuées entières ou hachées menus et incorporées dans les pâtées. D'autre part, nous avons mentionné la valeur nutritive des feuilles sèches de luzerne ou de trèfle. Ce sont des éléments parfaits pour les volailles; ils sont récoltés dans toutes nos fermes et leur emploi est très simple.

Au printemps, le régime doit être modifié. A cette époque les volailles fourragent dans les buissons, les vergers, les pâtures, les céréales même; elles trouvent une quantité considérable de larves, d'insectes, de vers qui constituent un complément alimentaire très riche en protéine. Les matières azotées dans la mash pourront donc être réduites dans une notable proportion, sans toutefois être supprimés. Il ne faut pas oublier qu'à cette époque, la production est très élevée, conséquemment les besoins sont plus importants, alors que la récolte des insectes n'est pas toujours régulière. Pour éviter une diminution de la ponte, nous conseillons de laisser dans la mash un minimum d'au moins 5 % de matières azotées d'origine animale.

Au printemps les volailles trouvent en outre une abondante nourriture verte, tendre, fine, succulente, très riche en vitamines. Pendant cette période la distribution du grain ne sera pas réduite mais la trémie ne sera ouverte que quelques heures avant le coucher des volailles. Toutefois, il faudra journellement s'inspirer des facilités d'alimentation extérieure pour régler l'accès des trémies. Il ne devra jamais être tenu compte de la nourriture verte, qui constitue surtout un complément alimentaire tonique et rafraîchissant.

Il y a un équilibre alimentaire à établir d'une façon approximative bien entendu, entre la nourriture qu'elles peuvent trouver au dehors et les distributions qui leur sont faites.

Nos fermières ne sont-elles pas habituées à procéder ainsi avec leurs vaches? Lorsque celles-ci pâturent sur de bonnes prairies les distributions à l'étable sont modifiées et réduites en conséquence. Là encore nous faisons appel au jugement de l'éleveur.

L'été et le début de l'automne appellent de nouveaux changements dans le régime des volailles. La nourriture qu'elles trouvent au dehors consiste en céréales et graminées de toutes sortes qu'elles ramassent autour des meules, dans les granges, dans les champs avoisinants la ferme. Dans les haies, les jardins, outre les insectes, elles ne dédaignent pas les baies et les fruits dont elles sont très friandes. D'un autre côté, les jours plus longs leur permettent de fourrager à loisir. La ration de grain pourra être très réduite surtout au moment de la rentrée des récoltes. Quant à la mash, il sera préférable de lui laisser sa composition de printemps, car les jeunes poulets de l'année y trouveront là une alimentation azotée précieuse qu'ils recherchent d'ailleurs avec avidité.

Quant à l'ouverture des trémies elle pourra être très réduite, certains jours même complètement fermée : C'est à l'éleveur de juger, nous ne pouvons que formuler des directives générales laissant à chacun le soin d'adapter le régime aux conditions de son exploitation. Il est bien évident que les volailles du Gâtinais et de la Beauce enfermées dans une cour spacieuse n'ont pas les mêmes facilités d'alimentation extérieure que celles de Normandie et de Bretagne.

En principe, la ration devrait varier avec les saisons, les régions, le genre de culture, les terrains d'élevage, les parcs, etc..., etc... Si cela est juste en théorie, la réalisation pratique est très difficile car ces problèmes d'alimentation rationnelle des volailles sont trop nouveaux dans notre pays pour les enfermer dans des formules trop étroites et trop rigoureuses. Ce serait aller contre le but pratique que nous nous proposons dans cette étude.

Nous nous sommes efforcés de rechercher une méthode d'alimentation type, destinée à guider les éleveurs désireux d'améliorer leur élevage. C'est aux coopératives de producteurs, aux associations avicoles locales qu'il appartient d'étudier et de mettre au point des formules alimentaires économiques, faciles à préparer, satisfaisant à tous les besoins physiologiques des volailles de façon à obtenir le maximum de production, en évitant tout gaspillage. (Nous

voulons parler de celui qui se produit dans l'organisme par l'emploi de rations mal équilibrées.) Économiquement et pratiquement ces rations devront être établies de façon à utiliser le plus possible les produits de la ferme ou les aliments en vente sur les marchés locaux.

Formules de mélanges alimentaires pour pondeuses.

Pour terminer voici quelques exemples de mélanges alimentaires spécialement établis pour la production des œufs. Le savant régisseur d'OKA (Canada) recommande les formules suivantes :

GARINS MÉLANGÉS		Protides	Glucides	Lipides
100 kilos	Blé	11,9	71,9	2,1
50 »	Maïs	5,2	35,13	2,5
50 »	Avoine	5,9	29,9	2,5
50 »	Sarrasin	5	32,3	1,1
25 »	Orge	3,1	17,4	0,4
Total . . .		31,1	168,63	8,6

$$\text{R. N.} \quad \frac{31,1}{186,60 + (8,6 \times 2,25)} = \frac{1}{6,6}$$

MASH SÈCHE		Protides	Glucides	Lipides
100 kilos	de son	15,4	53,9	4,0
100 »	remoulage	15,6	60,4	4,0
100 »	avoine	14,7	67,4	7,1
100 »	avoine	14,7	67,4	7,1
50 »	maïs	7,2	36,12	2,5
25 »	farine de viande	17,8		3,4
25 »	tourteau de lin	8,2	8,9	2
25 »	luzerne (farine)	2,9	8,5	0,4
Total . . .		79,8	235,22	23,4

$$\text{R.N.} \quad \frac{79,8}{235,22 + (23,4 \times 2,25)} = \frac{1}{3,6}$$

Total des 2 mélanges		31,1	186,63	8,6
		79,8	235,22	23,4
		110,9	421,85	32

$$\text{R. N.} \quad \frac{110,9}{421,85 + (32 \times 2,25)} = \frac{1}{4,4}$$

Dans cette ration le mélange de grains a une relation nutritive large, tandis que la mash sèche a une relation étroite. Les deux réunis forment une ration bien équilibrée; le rapport 1 : 4,4 répond donc bien à la relation moyenne établie pour la ponte.

Le professeur JAMES RICE de Cornell calcule les rations un peu différemment. Il se sert d'une table d'alimentation dans laquelle, en regard de chaque aliment, sont indiqués la teneur (% en poids) de la cellulose, de la protéine digestible, le poids total des principes digestibles (ou T. P. D.), la relation nutritive. On obtient le T. P. D. d'un aliment en additionnant ensemble le produit des Lipides digestibles multiplié par 2.25 le poids des glucides, des protides et de la cellulose digestibles s'il y en a — une dernière colonne indique combien il faut de chaque aliment pour fournir 100 parties (en poids) d'éléments nutritifs digestibles (T. P. D.).

A l'aide de cette table comprenant les principales matières alimentaires employées dans l'alimentation des volailles on calcule les rations de la façon suivante :

(Voir tableau page suivante)

ALIMENTS		Cellulose	Protides digestibles	P. T. D.
MÉLANGE DE GRAINS.				
Maïs écrasé . .	500 kilos	10	37	399,0
Orge	200 —	9,2	17,4	142,0
Blé	200 —	4,4	17,4	147,0
Avoine	100 —	10,1	9,8	62,9
	1.000 —	33,7	81,6	750,9
	100 —	3,37	8,16	75,09
MASH SÈCHE				
Farine de maïs.	100 kilos	2,3	6,9	78,9
Son	100 —	9,5	11,5	39,8
Recoupette . .	100 —	4,7	15,7	16,5
Avoine aplatie .	100 —	9,9	9,0	58,1
Poudre de viande .	100 —		54,2	78,0
	500 —	26,4	97,3	331,3
	100 —	5,28	19,46	66,26
Si les grains et la mash sèche sont consommés à parties égales leur relation s'établit ainsi :				
100 kilos de grains mélangés .		3,37	8,16	75,09
100 kilos de mash sèche . .		5,28	19,46	66,26
200 kilos de ration		8,65	27,62	141,35
100 kilos de ration		4,32	13,81	70,67

Cette ration comprend donc 4 k. 32 de cellulose, 13 k. 81 de protéine digestible et 70 k. 67 d'éléments nutritifs digestibles pour 100 kilos de nourriture.

La relation nutritive de cette ration est très facile à déterminer, 70.7 moins 13.8 (protéine) égal le total des glucides et lipides soit 56.9.

La R. N. sera donc de $\frac{13.8}{56.9} = \frac{1}{4.1}$

A la station Amherst, la mash sèche suivante est préconisée : Les composants y sont à parties égales ; son, recoupette, farine de maïs, avoine écrasée, farine de viande, tourteau d'arachide, farine de gluten. La luzerne en poudre peut remplacer le gluten.

La formule du Maine est un peu différente : 2 parties de son pour une partie des aliments suivants : farine de maïs recoupette, farine de gluten, farine de tourteau de lin, poudre de viande.

Mr. Roy E. Jones qui dirige depuis de nombreuses années les concours de ponte du Connecticut recommande les formules suivantes : *Mash sèche* : son, recoupette, maïs finement écrasé, avoine aplatie, farine de gluten, poudre de viande, parties égales (en poids).

Grains à gratter : Maïs écrasé 2 parties, avoine 1 partie, blé 1 partie (en poids).

Suivant les cours on peut remplacer une partie de maïs par une partie de sarrasin en hiver et par une partie d'orge en été.

L'Université du Minnesota recommande les formules de mash suivantes. (Les parties sont indiquées en poids).

1 ^o Farine de Maïs . . .	6 parties	2 ^o Farine de Maïs . . .	6 parties
Avoine aplatie . . .	4 —	Avoine écrasée . . .	4 —
recoupettes . . .	4 —	recoupette . . .	4 —
Son . . .	2 —	Son . . .	4 —
Luzerne ou trèfle		Poudre de viande . .	8 —
en poudre . . .	2 —		
poudre de viande .	7 —		

Ces différentes formules peuvent être simplifiées et ramenées à la composition suivante qui est très facile à préparer à la ferme : son 100, recoupette, 100, maïs finement écrasé 100. Avoine ou orge écrasée 100, viande en poudre ou granulée 100. Craie pulvérisée ou plutôt poudre d'os 10 (non obligatoire). Sel marin de 3 à 5. A noter que la poudre de viande y entre dans la proportion de 20 %. Cette proportion sera modifiée suivant les saisons et les besoins comme nous l'avons indiqué précédemment. Nous recommandons dans les élevages disposant de grands pâturages et de vergers l'emploi d'une mash sèche ou le maïs jaune entre dans une forte proportion (voir vitamines). Compléter cette nour-

riture par des distributions de lait écrémé ou de lait de beurre.

Toutes les céréales récoltées dans nos fermes peuvent entrer dans le mélange de grains : blé, orge, seigle, sarrasin, avoine. Le maïs pourra y être très avantageusement ajouté pendant l'hiver.

Nous nous en tiendrons à ces quelques formules qui pourront être modifiées suivant les cours ou les disponibilités des différents produits.

Nous ne parlons pas intentionnellement des toniques et des poudres à faire pondre. Nous estimons que si l'argent dépensé pour l'acquisition de ces produits, était utilisé à acheter une nourriture concentrée on obtiendrait de meilleures résultats. De bonnes poules bien nourries n'ont besoin d'aucun stimulant pour donner des œufs.

Nous signalerons ici une méthode de rationnement très originale imaginée par les Américains. Elle est basée sur la quantité de blancs et de jaunes produits par une poule moyenne nourrie avec 45 kgs 300 d'un aliment déterminé.

En comparant la nourriture consommée au nombre d'œufs pondus par les différentes variétés de poules dans les nombreux concours de ponte, on a déterminé qu'une poule moyenne mangeant à discrétion peut s'entretenir en bonne condition et élaborer 3 jaunes $1/3$ pour chaque livre d'hydrates de carbone et matières grasses et 16 blancs $2/3$ pour chaque livre de protéine. Ces données ont permis d'établir combien 100 livres ou 45 kgs 300 de chacun des aliments compris dans ce tableau peut fournir de blancs et de jaunes. (voir tableau page suivante).

Les chiffres indiqués dans ces colonnes ne peuvent être qu'approximatifs, malgré cela, ils n'en sont pas moins intéressants car ils fournissent une base d'appréciation, peut-être un peu empirique, pour la constitution des mélanges alimentaires. Etant donné la composition en blancs et en jaunes de chaque aliment, il sera facile de composer des mélanges pouvant en produire un nombre approximativement égal.

Voici une formule très simple qui donne les résultats suivants :

GRAINS	jaunes	blancs	ALIMENTS VERTS	jaunes	blancs
Maïs	255	134	Luzerne	46	67
Kaffir	254	125	Trèfle	54	48
Blé	243	182	Maïs vert.	42	16
Pois	189	305	Choux	40	11
Avoine	195	155	Maïs ensilé	42	15
Orge.	203	145	Colza	56	11
Sarrasin	178	128	Gazon	40	88
Soleil.	257	268	LÉGUMES ET RACINES		
Riz	220	125	Betteraves	19	18
Millet	280	195	Pommes	62	12
Milo	256	178	Feuilles de betteraves	28	16
Sous-produits			Oignons	11	25
Son	155	205	Pommes de terre	55	15
Recoupette	205	212	Navets.	26	16
Farine de maïs	260	135	Potiron	22	23
Avoine écrasée	195	155	Pulpe sèche de betteraves	205	148
Poudre de luzerne	133	205	Pain rassis	191	131
Tourteaux oléagineux.	160	500			
— de coton	148	620	FOURRAGES SECS		
Son de riz	215	181			
Farine de riz	249	197	Luzerne	140	180
Farine de gluten	194	591	Trèfle	132	113
NOURRITURE ANIMALE			Poids	114	71
Viaude desséchée	106	1107			
Sang desséché	19	871	LIQUIDES		
Déchets de poisson	87	806	Lait pur	44	60
Poudre de sang.	186	336	Lait écrémé	22	52
Os frais râpés	230	430	Lait de beurre	22	65

	Jaunes	Blancs
GRAINS		
181 kilos de maïs écrasé	1,020	536
MASH SÈCHE		
68 kilos son	233	308
22 » 500 déchets de viande	50	553
68 » recoupette	307	318
2 » charbon	—	—
1 » 500 sel	—	—
Total	1,613	1,715

Voici une autre formule de ration bien équilibrée :

GRAINS		
90 kilos maïs écrasé	510	268
MASH SÈCHE		
9 kilos son	41	44
9 » recoupette	31	41
9 » d'avoine écrasée	39	31
9 » maïs finement écrasé	52	28
11 » 750 déchets de viande	27	288
Charbon, sel, poudre d'os	—	—
Total	700	700

Élevage ménager.

Les volailles sont tantôt plus ou moins confinées dans une véritable volière, tantôt elles ont une liberté relative dans une cour. Chez la plupart des maraîchers, des petits cultivateurs, des nourrisseurs, elles peuvent circuler dans la cour, l'écurie, et surtout, elles ont à leur disposition la fosse à fumier. Nous signalons celle-ci comme une faveur que leur accordent certains propriétaires. Ils y attachent même une telle importance, qu'ils placent quelquefois les perchoirs juste au-dessus, pour que les poules aient plus chaud. Malgré cette faveur les volailles doivent être complètement alimentées. On doit pourvoir totalement à leurs besoins, car elles ne peuvent trouver aucun supplément à leur ration.

Nous ne reviendrons pas sur ce qui a déjà été dit à ce sujet dans les chapitres précédents.

Avec quelques poules, on peut s'astreindre à leur préparer des pâtées avec les restes de table, des croûtes de pain, des légumes cuits, etc.

Si le poulailler est plus important et que le propriétaire dispose de peu de temps, comme c'est le cas de beaucoup de nos cultivateurs maraîchers, nous conseillons l'emploi de la mash sèche dans une trémie.

Les poules y auront accès à certaines heures de la journée, variables avec les saisons, les jours, l'état des volailles, la production des œufs, les distributions de pâtées etc., etc... L'été, elle pourra être ouverte le midi et quelque temps avant le coucher des volailles ; l'hiver une grande partie de l'après-midi.

Les poules confinées ayant une tendance à prendre de la graisse, il faut les tenir actives par de fréquentes distributions de quelques poignées de grains dans la litière. En général, ne leur ouvrir la trémie ou distribuer une pâtée qu'après quelques heures d'exercice

Le soir, ne les laisser gagner les perchoirs qu'après un repas copieux de grain et mash sèche. En toute saison elles devront être abondamment pourvues de verdure, de fruits de toutes sortes, de racines fourragères ; l'hiver on suspend des betteraves, des choux à une certaine hauteur pour les inciter à prendre de l'exercice. Ne pas perdre de vue que les volailles lourdes, paresseuses, inactives sont de mauvaises pondeuses. Elles sont ou malades ou trop grasses. Dans ce dernier cas, elles conviennent très bien pour la casserole.

Du charbon de bois et des cendres, de la coquille d'huître, des os pilés au marteau, du gravier ou plutôt des balayures de route leur sont également très utiles.

Nous ne fournissons là que des indications générales laissant à chaque éleveur le soin de fixer le régime suivant ses ressources, le temps dont il dispose, etc... Nous ne préconisons aucune quantité précise de nourriture pesée à quelques grammes près : c'est là une méthode défectueuse et préjudiciable, car les volailles, n'ont ni les mêmes besoins, ni le même appétit, ni la même avidité. De plus elles ont des préférences très marquées pour certains grains alors qu'elles délaissent les autres.

La nourriture doit donc être variée et abondante. L'éleveur sérieux, observateur, n'a pas besoin d'une balance pour apprécier l'alimentation de ses volailles. Il s'en rend compte journellement par leur état de santé, leur condition d'embonpoint, leur vigueur et surtout par leur production.

Les grains concassés ou aplatis constituant la majeure partie des mélanges alimentaires pour volailles, les fermiers, les éleveurs ont tout avantage à se prémunir de *concasseurs*, d'aplatisseurs, de broyeurs d'os, etc.

Ils pourront ainsi préparer économiquement avec les produits de la ferme des rations répondant exactement à l'âge et aux besoins des élèves de leur basse-cour.

Mélanges alimentaires commerciaux

On trouve maintenant dans le commerce de nombreux mélanges alimentaires pour volailles. Si quelques-uns sont très bons, il en est malheureusement beaucoup trop qui ont une valeur nutritive très contestable. Dans certains cas, ils déterminent des troubles digestifs se terminant par la mort comme nous l'avons vu dernièrement. Des commerçants peu scrupuleux incorporent dans ces mélanges des criblures de meunerie, des balayeurs de moulin, des déchets de viande ou de poisson gras, à dosage de protéine infime, des farines d'os de qualité douteuse, de la coquille d'huître en trop grande proportion etc... Certains même y incorporent de la poussière de route, pour montrer qu'ils donnent à la poule confinée tous les éléments qui lui sont nécessaires.

Ces mélanges spéciaux, certainement très pratiques, ont déjà causé beaucoup de désillusions et rebuté maints débutants. Il en sera toujours ainsi, tant que des mesures légales n'auront pas été prises pour protéger les acheteurs. Nous estimons que l'emploi de la mash sèche se généraliserait si les éleveurs étaient sûrs d'obtenir un produit sérieux.

Nous terminerons cet important chapitre de l'alimentation, en indiquant comment les éleveurs canadiens sont protégés contre les agissements des commerçants ignorants ou malhonnêtes.

Législation canadienne. — Une loi spéciale, ayant pour objet de réglementer la vente et l'inspection des produits de commerce pour l'alimentation des animaux, a été sanctionnée le 1^{er} juillet 1920 sous le titre de « loi des produits alimentaires pour animaux » : nous en signalerons quelques articles seulement.

Art. 3. — Tout sac, poche ou autre contenant des produits de commerce pour l'alimentation des animaux vendus

ou mis en vente, exposé ou détenu aux fins de la vente doit porter, à la partie extérieure, bien en vue, une étiquette indiquant en caractères distincts et lisibles :

- a) Le nom, la marque au fer chaud ou la marque de fabrique du contenu;
- b) Les noms, prénoms et adresse du fabricant;
- c) La désignation spécifique de chaque ingrédient contenu dans l'aliment;
- d) Le numéro d'enregistrement;
- e) L'analyse, garantie par le fabricant, doit indiquer la proportion de la teneur en protéine, matière grasse, et fibre respectivement.

D'après l'art. 4 : un échantillon de tout produit de commerce destiné à l'alimentation des animaux doit être déposé au Ministère de l'Agriculture, qui l'enregistre sous un numéro d'ordre; l'enregistrement se renouvelle tous les ans, et, à chaque fois qu'une modification est apportée à la composition du mélange. Le refus d'enregistrement et son annulation sont la sanction de toute fraude ou appellation trompeuse.

Art. 5. — Tout sac contenant le mélange alimentaire destiné à la vente doit porter à sa partie extérieure, bien en vue, une étiquette indiquant les ingrédients qui entrent dans sa composition.

Les articles 7 et 8 interdisent formellement l'emploi de produits avariés, pouvant être nuisibles à la santé des animaux ou de grains viables de mauvaises herbes préjudiciables aux cultures.

L'art. 10 donne droit à tout acheteur de prélever un échantillon des marchandises destinées à la vente et de le soumettre à l'analyste officiel qui délivre un certificat ayant force probante devant les tribunaux (art. II). Le ministre peut donner à ces certificats toute la publicité qu'il juge nécessaire (art. 12).

L'art. 13 donne aux agents chargés de l'exécution de la présente loi pleins pouvoirs pour visiter tous les locaux où se préparent et se manipulent des graines et autres éléments constitutifs destinés à la fabrication des produits alimentaires des animaux et pour prélever des échantillons en payant leur valeur.

Nous nous en tiendrons à ces quelques articles, qui montrent très clairement comment le législateur canadien a protégé les acheteurs de provendes et de mélanges alimentaires.

Un règlement fixe les modalités d'application, une procédure très simple et des amendes très sévères, surtout en cas de récidive, en assurent l'exécution.

Il définit en outre les aliments simples entrant dans la composition des mélanges alimentaires. Ces définitions officielles sont entrées dans le domaine commercial où elles servent de « standard » dans les transactions.

Il serait à souhaiter qu'une semblable législation soit introduite en France. Elle ne pourrait gêner que les mauvais commerçants : par contre, les éleveurs de bétail, les aviculteurs, surtout les petits propriétaires et les ouvriers entretenant quelques volailles pour les besoins du ménage y trouveraient leur compte. Tous les éleveurs qui achètent, à quelque titre que ce soit un mélange alimentaire, seraient certains d'avoir un produit nutritif, représentant l'argent qu'ils l'ont payé. Il en résulterait certainement une confiance qui aiderait dans une certaine mesure au relèvement de notre aviculture.

CHAPITRE VI

CARENCES ALIMENTAIRES

Dans les chapitres précédents, nous avons étudié les principes nutritifs et montré comment ils doivent être associés, pour constituer des régimes à relation nutritive bien équilibrée. Parmi ces principes, contenus dans les matières alimentaires, les uns sont nécessaires, alors que d'autres sont indispensables, même à des doses minima, en raison de leur action vitale sur la croissance et le développement des sujets.

Leur carence dans les régimes provoque des troubles de croissance variés, se terminant souvent par la mort à plus ou moins brève échéance. On a décrit pour chaque élément nutritif, des carences spéciales qui s'observent surtout dans les laboratoires où les sujets d'expérience sont soumis à des régimes synthétiques exclusifs. La plupart des observations ont été faites sur les petits mammifères (rats, souris, cochons d'Inde) qui se prêtent beaucoup mieux à ces expériences que les poussins.

Dans la pratique courante, on observe fréquemment des arrêts de croissance ou des troubles nutritifs qui sont la conséquence de carences multiples et chevauchantes où l'alimentation joue le principal rôle, mais où la cause intime est souvent très difficile à déterminer.

Il s'agit de formes frustes, mal définies, où les carences physiques (la claustration, le manque de lumière et d'hygiène) viennent s'ajouter aux carences alimentaires (acides animés et vitamines). Quelles qu'en soient les causes, le résultat est toujours le même : sujets malingres, chétifs, très difficiles à élever, sans résistance aux infections et conséquence finale : production insignifiante ou nulle.

Dans la grande majorité de nos élevages les volailles sont mal nourries : si dans nos fermes elles peuvent corriger les carences qui leur sont imposées, il n'en résulte pas moins un ralentissement de la croissance et une diminution de la

production. Quelquefois, ces carences revêtent un véritable caractère épidémique et causent des pertes très sérieuses, surtout sur les poussins. Chez les pondeuses le début de ces carences alimentaires est souvent marqué par la production d'œufs à coquille mince ou sans coquille. Les oiseaux manifestent d'abord une certaine paresse qui se termine quelquefois par des symptômes plus ou moins accusés de paralysie. Le bréchet se replie; certains espaces inter-costaux s'élargissent par suite du retournement interne de l'extrémité inférieure des côtes. Ces déformations costales sont fréquentes chez les jeunes sujets atteints de rachitisme. Nous devons aux savants aviculteurs américains quelques précisions sur certaines affections décimant ainsi leurs élevages industriels.

Nous avons vu précédemment que les mammifères constituent dans leur organisme des réserves en vitamines, que les femelles éliminent par le lait au moment de la lactation de leurs petits. La nature prévoyante a permis à la poule d'accumuler dans le jaune une provision de vitamines pour les besoins du poussin. Cette provision est dépendante de la nourriture des reproducteurs. On a remarqué que les œufs fertiles d'une poule, abondamment nourrie en produits riches en vitamines, éclosent beaucoup mieux que ceux provenant de volailles soumises à un régime déficient en ces facteurs. Des expériences faites sur ces différents points, il résulte que les vitamines ont une influence sur la fertilité des œufs, sur l'activité de la vie embryonnaire, sur l'éclosion et sur la vitalité des poussins les premiers jours de leur existence, en attendant qu'ils puissent subvenir à leurs propres besoins.

Le professeur HALPIN a expérimentalement modifié le pourcentage d'éclosion des œufs. Des pondeuses alimentées avec du maïs blanc et de la caséine donnent un pourcentage d'éclosion de 15 % de leurs œufs fertiles; avec du maïs jaune seul l'éclosion atteint 23 % : avec le foie de porc et le maïs jaune les éclosions des œufs fertiles atteignent 62 %.

Pratiquement, il y a trois grands facteurs absolument indispensable : le liposoluble A, l'hydrosoluble B et le facteur antirachitique. Les deux premiers sont très abondamment répartis dans le jaune de l'œuf, les jeunes pousses vertes des plantes, le lait, l'huile de foie de morue et la levure. Les graines que l'on distribue habituellement, ne peuvent en fournir qu'une petite quantité; elles contiennent surtout le facteur B.

Les poules de nos fermes, à ponte très limitée, s'approvisionnent surtout avec les plantes et les insectes de toutes sortes, qu'elles fourragent dans les vergers et les buissons. Les couvées dites « perdues » et qui en réalité sont des couvées trouvées, proviennent en général des poules actives, vigoureuses, n'ayant pondu qu'un petit nombre d'œufs. Quelles que soient les imperfections de leur alimentation, elles sont toujours abondamment fournies en vitamines et le petit nombre d'œufs pondus n'a pas épuisé leurs réserves. La vigueur des poussins qu'elles ont élevé seules, sans autre nourriture que celle qu'elles ont pu trouver au voisinage du nid nous fournit une preuve de plus que le jaune qui les a sustentés pendant les premiers jours était très riche en éléments nutritifs et en vitamines.

Il y a là un contraste frappant avec la grande pondeuse des élevages commerciaux, qui, avec des parcours limités, élimine ses propres vitamines par ses œufs, plus rapidement qu'elle ne peut les récupérer. Il n'est donc pas surprenant que des œufs à couvrir, produits dans ces conditions aient un faible pourcentage de fertilité, d'éclosions et donnent des poussins chétifs. C'est le cas de la plupart de nos petits élevages, où les poules, confinées, ne peuvent trouver dans les graines, les éléments nécessaires à la constitution vitale de leurs œufs.

Au seul point de vue des vitamines, la provenance et le choix des œufs à couvrir exigent une grande attention. On ne devrait accepter qu'avec réserves, quelles que soient les qualités des reproducteurs, les œufs provenant de grandes pondeuses forcées à la ponte par la suralimentation, ou bien entretenues dans des parquets exigus où elles ne peuvent prendre aucun exercice ni trouver aucun complément à leur ration souvent déficitaire.

Avitaminoses. — L'étude biochimique des vitamines dans leurs relations avec la nutrition générale a jeté quelque lumière sur certains états pathologiques chroniques, classés aujourd'hui dans les maladies par carence de vitamines ou avitaminoses. En raison de leurs rapports étroits avec l'alimentation, nous croyons devoir les signaler brièvement.

Lorsque l'un des éléments indispensables à la croissance (protéines, sels minéraux, facteurs A et B) manque en totalité ou en partie dans la ration des poussins, il en résulte d'abord un arrêt de la croissance, pendant lequel les sujets sont moins résistants et conséquemment beaucoup plus

aptes à favoriser le développement des infections parasitaires ou microbiennes.

Le Dr G. F. HEUSER de Cornell University (N. Y.) entreprit une série d'expériences pour montrer les besoins impérieux des poussins en facteur A et rechercher son influence dans la résistance aux infections.

Il constitua 5 lots d'une cinquantaine de poussins provenant des mêmes reproducteurs et de la même incubation. Ils furent placés dans des éleveuses à chauffage central; n'ayant pas de courette extérieure, ils ne pouvaient recevoir aucun rayon de soleil. Il est nécessaire de remarquer qu'ils étaient tenus dans des conditions peu favorables pour assurer un bon développement.

Les 5 lots furent soumis à la même ration de base comprenant du grain et de la mash sèche ayant la composition suivante :

GRAINS		MASH SÈCHE	
Maïs finement écrasé.	5 parties	Farine de Maïs	2 parties
Blé écrasé	2 —	Son	1 —
Avoine finement écrasée	1 —	Recoupette	1 —
Plus tard ce mélange fut remplacé par :			
blé	4 —	Déchets de viande . .	1 —
Maïs écrasé	6 —		

Le lot I ne reçut que la ration de base ci-dessus.

Le lot II ration de base, plus journellement deux cuillères à café d'huile de foie de morue.

Le lot III ration de base plus de la verdure provenant de jeunes pousses d'avoine.

Le lot IV ration de base plus de la verdure et de l'huile de foie de morue.

Le lot V même régime que le précédent mais en plus du lait écrémé *ad libitum*.

Après huit semaines, tous les lots furent mis au régime du lot V. Au bout de six semaines de ce régime les poussins ont montré les premiers effets d'une alimentation défectueuse et manifesté les premiers symptômes d'une infection coccidienne.

Les pesées effectuées tous les sept jours, ont donné les moyennes relevées dans le tableau suivant. Poids en grammes.

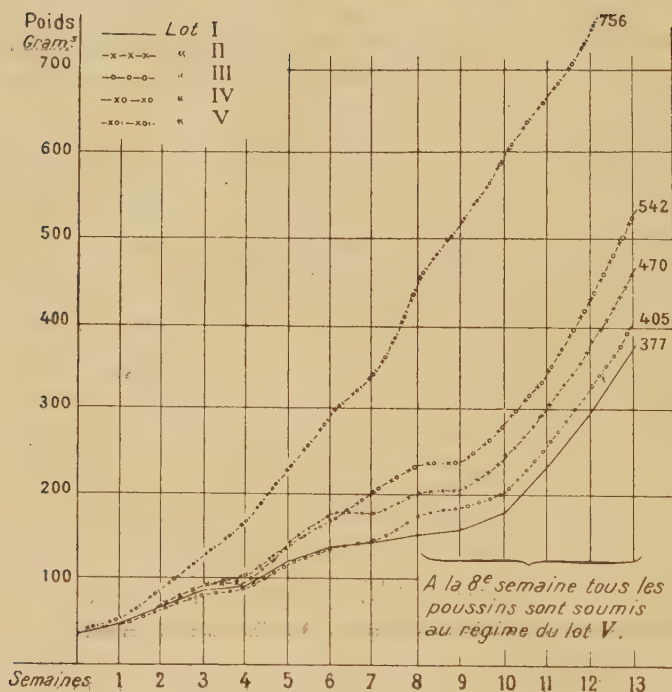
Age	Lot I	Lot II	Lot III	Lot IV	Lot V
1 jour.	36,1	36,6	36	35,1	36
1 semaine . . .	49,2	47,8	47,8	48,4	53
2 —	66,8	67,9	64,9	68,3	93,2
3 —	84,9	88,4	79,9	88,7	132,3
4 —	94,9	97,2	90,1	102,0	172,3
5 —	123,1	147,1	121,6	144,2	235,7
6 —	140,7	178,	136,2	173,8	300,2
7 —	145,0	176,0	145,8	204,4	346,3
8 —	153,6	204,9	177,9	235,8	454,7
9 —	159,5	205,2	184	238,9	
10 —	180,7	242,3	206,5	282,7	605,0
11 —	233,2	304,8	257,7	347,5	
12 —	299,3	378,9	330,2	438,6	755,9
13 —	377,0	470,3	404,8	542,2	

Si l'on considère les poids des poussins à 8 semaines, on voit que ceux du lot I sont les plus légers; viennent ensuite ceux du lot III, puis ceux du lot II recevant de l'huile de foie de morue. Les poids deviennent meilleurs sur le lot IV. Ils furent surtout remarquables sur ceux du lot V recevant en plus du lait écrémé.

La courbe de croissance redevint à peu près identique, lorsqu'ils furent tous soumis au régime du lot V, après huit semaines d'expérience. Ces résultats nous montrent d'abord l'importance de la vitamine A dans la croissance des poussins; le développement a été d'autant plus rapide qu'ils en recevaient davantage sous différentes formes. Ils nous montrent en outre la valeur du lait écrémé comme complément à la ration habituelle.

Le relevé de la mortalité a fourni des renseignements non moins intéressants sur la résistance aux infections.

GRAPHIQUE II



Mortalité Hebdomadaire

La mortalité presque nulle du lot V est due sans aucun doute au fait que les poussins se sont développés très rapidement et ont acquis une plus grande puissance de résistance.

Pratiquement, on peut déduire de ces expériences que pour obtenir un développement rapide des poussins, il faut leur assurer une abondante provision de vitamine A, sous forme de verdure qu'ils trouveront sur de bons parcours et du lait écrémé *ad libitum*. Quand ces conditions ne peuvent être remplies, il faut y suppléer avec l'huile de foie de morue qui sera administrée journellement dans un peu de son sec ou sur de la mie de pain aux doses suivantes : pour cent poussins première et deuxième semaine : 2 cuillerées à café; troisième et quatrième semaine : 3 cuillerées à café; après quatre semaines : 4 cuillerées à café. L'addition d'œufs crus dans la proportion de 15 % de la ration de mash, a donné des résultats un peu supérieurs à l'huile de foie de morue.

Nombre de poussins au début	Lot I 49	Lot II 46	Lot III 47	Lot IV 46	Lot V 50
Nombre de morts	morts	morts	morts	morts	morts
1 ^{re} semaine	—	—	—	—	—
2 ^e —	2	1	—	1	—
3 ^e —	—	1	—	—	—
4 ^e —	—	—	—	—	—
5 ^e —	1	—	1	—	—
6 ^e —	5	—	1	—	—
7 ^e —	14	—	19	—	—
8 ^e —	8	7	9	1	—
9 ^e —	4	5	1	4	1
10 ^e —	6	8	4	7	—
11 ^e —	3	3	2	3	—
12 ^e —	—	—	—	—	—
13 ^e —	—	—	—	—	—
Poussins restant à la fin . .	6	21	10	30	49

En janvier et février, nous avons observé plusieurs fois, sur des poussins de trois à cinq semaines élevés artificiellement, une mortalité sérieuse survenant dans des circonstances analogues. L'addition à la ration d'huile de foie de morue, de lait écrémé, de verdure, de thé de luzerne ont immédiatement modifié la situation.

CARENCE DU FACTEUR LIPOSOLUBLE A

L'absence de vitamine A dans les régimes alimentaires des volailles peut déterminer une affection, se manifestant par des symptômes ayant toutes les apparences cliniques du coryza. Cette affection a été signalée et identifiée par le professeur J. R. BEACH de l'Université de Californie. Il en a fait une étude complète et est parvenu à la déterminer expérimentalement.

Nous profitons de cette occasion pour remercier le profes-

seur J. R. BEACH de l'extrême courtoisie qu'il nous a témoignée lors de notre visite, en 1919, à l'Université de Californie à Berkeley. Il nous a fait visiter en détails l'immense station expérimentale de DAVIS près de Sacramento. Nous avons vu tout spécialement, les services de la branche avicole : le laboratoire, la préparation des vaccins et sérums, le service public d'autopsies, les nombreux parquets d'expérience sur la coccidiose, la diphtérie, la diarrhée blanche, les maladies parasitaires externes et internes, la tuberculose aviaire, la salle d'incubation avec ses couveuses de toutes marques, les salles d'élevage comprenant de nombreuses sections pour tous les essais d'alimentation.

Il pratiquait déjà la tuberculinisation aviaire sur une grande échelle. Ce que nous avons eu la bonne fortune d'admirer en Californie, existe dans la plupart des Etats. L'élevage des volailles est considéré comme une véritable industrie ayant ses ingénieurs et ses techniciens chargés d'en diriger l'exploitation économique.

Nous nous sommes permis cette petite digression pour montrer que si l'industrie avicole américaine occupe aujourd'hui le premier rang des industries animales, elle n'a pas été abandonnée au hasard et à la routine. Elle le doit à ses fermes expérimentales puissamment dotées et organisées, où des spécialistes étudient pratiquement toutes les questions intéressant cette industrie. Toutes les solutions pratiques pouvant aider les éleveurs sont diffusées par un service de propagande atteignant les fermes les plus éloignées.

Revenons à notre sujet : le professeur BEACH recevait dans son service d'autopsies de nombreux cadavres présentant tous les symptômes du coryza infectieux. Une enquête sur place et une étude bactériologique lui ont permis d'identifier cette affection comme une maladie de nutrition causée par la carence du facteur A. Elle est plus fréquente en hiver quand la verdure naturelle fait défaut, mais elle se développe également en été quand les jeunes poulets sont confinés dans des parquets trop exigus et dénudés. On l'observe surtout sur des volailles de quatre à douze mois.

Les symptômes caractéristiques de la maladie sont localisés dans la tête et se manifestent dans le bec, les cavités nasales, les sinus, les yeux, le pharynx et l'œsophage. Les narines laissent écouler un jetage sirupeux qui plus tard se collecte dans le sinus et provoque un gonflement plus ou moins volumineux. Sans autre manifestation, ces symptômes

se différencient difficilement du coryza. Les lésions du bec, du pharynx, de l'œsophage se présentent sous forme de petits points blanchâtres de 0,005 à 2 millimètres de diamètre, développés dans les glandes muqueuses de ces régions. Par pression, on fait sortir un petit cylindre de matière caséuse. Nous avons eu l'occasion d'en observer quelques cas typiques. Des masses caséo-membraneuses légèrement adhérentes s'observent souvent dans le bec et le pharynx. Les lésions oculaires consistent en une ophtalmie sérieuse, avec sécrétion muqueuse agglutinant des paupières : plus tard il se forme un coagulum blanc non adhérent emplissant toute la cavité oculaire.

Les lésions rénales sont également typiques. Les reins sont plus pâles et semblent recouverts d'un réseau de petits points blancs produits par l'accumulation d'urates dans les canaux urinaires. Il y a quelquefois sur le péricarde, le foie, les intestins et le péritoine des dépôts d'urates, analogues à ceux que l'on observe dans le rhumatisme viscéral.

L'examen bactériologique et les essais de contagion n'ont donné aucun résultat, alors que le changement de régime a fait cesser immédiatement la mortalité sur les élevages où cette affection avait toutes les apparences d'une maladie contagieuse.

En 1922 et 1923, le professeur J.-R. BEACH a entrepris des séries d'expériences où il a pu reproduire cette maladie à volonté. Nous ne pouvons donner en détail ces intéressantes recherches qui ont porté sur 11 parquets de 15 volailles chacun, recevant une ration de base pauvre en vitamines, mais complétée avec des aliments riches soit en facteurs A, B ou C, (huile de foie de morue, levure, verdure, jus d'orange, lait de beurre).

La maladie ne se développa pas dans aucun des 5 parquets recevant la ration complétée par l'huile de foie de morue, soit seule, soit additionnée de levure ou de jus d'orange, ou par la verdure de gazon. Dans tous les autres parquets, les volailles manifestèrent des lésions précédemment décrites. Sur le parquet des témoins tous les sujets succombèrent. L'auteur conclut d'après ces résultats à une maladie de carence du facteur A.

En général, la maladie ne sévit pas sur un élevage abondamment pourvu de verdure, quelle que soit la pauvreté de la ration en facteur A. C'est le cas de presque tous nos élevages agricoles. Si la verdure est rare, la distribuer plu-

sieurs fois par jour et compléter la ration vitaminique avec du maïs jaune et du lait de beurre.

Dans une autre série d'expériences, l'auteur chercha à déterminer la valeur respective des différentes verdure comme source du facteur A. D'après ses conclusions, toutes les variétés de verdure en constituent une excellente source. Les carottes les égalent en valeur et peuvent fournir un bon produit de substitution. Si l'orge germée est la seule source de vitamine A, sa consommation doit égaler 20 % de la ration. Pour la farine de luzerne la consommation devra être en excès de 10 % de la ration. Les betteraves n'ont aucune valeur comme source de vitamine pour les volailles, Au cas où la verdure manquerait complètement, l'huile de foie de morue à la dose de 2 % constituerait un excellent préventif contre cette affection.

CARENCE DU FACTEUR HYDROSOLUBLE B

L'absence de ce facteur dans les régimes alimentaires détermine chez les volailles une avitaminose spéciale, désignée sous le nom de *polynévrite* ou *béribéri des oiseaux*. Cette maladie a été étudiée expérimentalement par de nombreux auteurs : EYKMAN, en 1897, réussit le premier à la provoquer chez les pigeons et les poulets soumis à un régime exclusif de riz glacé; les symptômes disparaissaient rapidement par l'addition de son de riz. GRYNs obtint les mêmes résultats en employant le riz stérilisé à l'autoclave. FUNK attribuait la protection du son de riz à une substance spéciale qu'il désigna sous le nom de vitamine. La maladie fut reproduite sur les perroquets par FUGIKANI, sur les pigeons par de nombreux auteurs dont H. SIMONNET, WEILL et MOURIQUAND. Ces derniers ont provoqué des formes chroniques, au moyen de régimes composés de 1/3 de graines crues et 2/3 de graines stérilisées. Les symptômes apparaissaient du 250^e au 300^e jour.

Nous avons eu l'occasion d'observer de nombreux cas sur un élevage où les oiseaux étaient presque exclusivement alimentés avec des orges séchées après avoir subi un commencement de germination. Il s'agissait d'intoxications par des moisissures et des carences multiples où le facteur B était déficient, car les volailles n'avaient aucune nourriture verte. La maladie débuta après six semaines environ de ce régime. Les oiseaux éprouvèrent d'abord une

certaine difficulté dans la marche; ils ne pouvaient ni monter, ni se tenir sur les perchoirs, l'appétit diminuait rapidement, et, sur les volailles les plus atteintes, apparurent des paralysies des ailes d'abord, puis des muscles du cou, du tronc, quelquefois accompagnés de contractures (*Limber-neck* et *Wry-neck* des Anglo-saxons). Les malades succombaient avec une diarrhée profuse souillant les plumes de l'anus. Le changement de nourriture, des distributions régulières de betteraves et l'addition de levure de bière au régime arrêtaient immédiatement la marche rapide de cette affection.

Récemment nous avons observé la maladie sur de jeunes poulets. Ils avaient de la contracture des pattes et des doigts; l'appui se faisait sur la face dorsale des phalanges. La guérison a été rapidement obtenue par des distributions fréquentes de verdure, d'huile de foie de morue et de levure de bière. Ces poulets étaient en partie alimentés avec des croûtes de pain moisi. Y a-t-il une relation étiologique avec les cas signalés précédemment? Les moisissures de l'orge et du pain n'ont pas seules déterminé ces paralysies? Il s'agissait de carences multiples où le symptôme prédominant était la polynévrite.

Nous constatons tous les ans au printemps sur les jeunes canetons des petits élevages une affection analogue.

Dans la première quinzaine de leur existence, ils deviennent paralysés et dans leurs efforts pour se mettre debout ils se retournent sur le dos et meurent ainsi en quelques heures. Ils ont généralement la tête et le cou retournés par les contractures des muscles. Le petit lait nous a donné de bons résultats à titre préventif. Nous nous proposons d'essayer la levure de bière dans les pâtées.

RACHITISME

Jusqu'à ces dernières années, on attribuait la faiblesse des pattes chez les poussins à de nombreuses causes d'ordre physique. Cette maladie sévissant surtout sur les élevages artificiels, on incriminait successivement le froid ou la chaleur des éleveuses, des parquets, la dureté ou l'humidité du sol, les litières trop épaisses provoquant de la fatigue des poussins, les irrégularités de température pendant

l'incubation, etc... etc... Il en résultait des pertes considérables qui ont rebuté nombre d'éleveurs et contribué dans une certaine mesure à retarder en France l'emploi des appareils artificiels pour l'élevage des poussins.

Les découvertes récentes sur la Biochimie des vitamines ont jeté quelque lumière sur cette affection. Nous ne discuterons pas les nombreuses controverses qu'elle a soulevées, les théories qui ont été successivement émises par les savants qui se sont occupés de cette question. En raison de l'importance de l'élevage artificiel aux États-Unis et des pertes parfois considérables subies par les éleveurs, il n'est pas surprenant que les techniciens des stations expérimentales, aient contribué très largement à l'étude de cette maladie sur les poussins.

Parmi ceux-ci, nous trouvons PLUMMER et ROSEDALE en Angleterre, MITCHELL, KENDALL et CARD, HART, HALPIN et STENNBLOCK, EMMETT et PEACOCK aux États-Unis qui se sont surtout spécialisés dans l'étude de ce problème nutritif avicole, car le rôle joué par l'alimentation ne paraît plus contestable.

D'après ces auteurs, la faiblesse des pattes est due à différentes causes, mais dans la grande majorité des cas, elle semble être le résultat de la carence d'un facteur liposoluble associé ou déterminant une disproportion dans l'organisme entre le rapport calcium et phosphore. Cette disproportion disparaît par l'addition au régime de facteur antirachitique qui semble présider au métabolisme du

phosphore et du calcium $\frac{(P)}{C}$ et coopérer au développement des os. Les déformations osseuses que l'on constate dans les cas avancés ne seraient que les manifestations d'un trouble profond du métabolisme. Si le régime est pauvre en facteur antirachitique, l'addition de chaux et de phosphore retarde l'apparition du rachitisme. D'un autre côté, il est complètement établi que l'organisme peut se contenter d'une ration déficiente en chaux et phosphore s'il reçoit en même temps le facteur antirachitique, ou s'il est exposé aux rayons solaires directs.

Si c'est dans l'alimentation que réside la cause principale du rachitisme, les conditions hygiéniques, le milieu agissent en second lieu. Parmi celles-ci, nous signalerons surtout la claustration, l'humidité des parquets, l'aération défectueuse, le manque de rayons solaires directs, etc... Les fermes élevant leurs volailles dans des conditions se rappro-

chant de l'état naturel, n'observent jamais la faiblesse des pattes. Cette affection leur est presque totalement inconnue car les carences alimentaires sont corrigées par les heureux effets du milieu. Il n'en est pas de même pour les petits éleveurs qui pratiquent l'élevage artificiel dans de mauvaises conditions. Toutes les causes viennent s'ajouter et il en résulte des troubles rachitiques plus ou moins accusés, suivant la vitalité des sujets et l'importance des carences alimentaires et physiques. Nous allons les examiner successivement en relevant quelques expériences typiques faites sur les volailles par les spécialistes d'outre-Atlantique.

Du fait que le facteur antirachitique est peu connu, qu'il n'est pas très abondamment répandu dans les graines distribuées aux poussins, la constitution d'un régime alimentaire est très difficile. Les effets préventifs de la verdure sont discutables. Contient-elle le facteur D en quantité suffisante? Le professeur HALPIN, qui a beaucoup étudié cette question, dit qu'avec certaines rations le trèfle vert est sans valeur préventive sur la faiblesse des pattes, même distribué à un taux équivalent en matière sèche à 15 % de la ration.

Lorsque les poussins peuvent avoir des parcours verts et bien exposés, quel est le facteur qui agit : la verdure ou le soleil? Certainement les deux, mais sous des chefs différents. La verdure fournit un aliment tendre, succulent, riche en facteur A qui excite l'appétit et les grandes fonctions nutritives. A ces qualités s'ajoute l'action curative du soleil. Les toutes récentes expériences de MM. J.-S. HUGHES, R.-W. TITUS et Z. WITHAM nous fournissent quelques précisions sur cette importante question. Ils ont étudié la valeur comparative des jeunes pousses vertes d'avoine, de la luzerne verte, de l'huile de foie de morue dans le traitement préventif du rachitisme.

Ces recherches sont d'autant plus intéressantes que chacune des matières indiquées a été expérimentée en présence ou en l'absence de la lumière solaire directe et des rayons ultra-violets.

Dans ce but, ils constituèrent 9 lots comprenant chacun 25 poussins d'un jour provenant des mêmes reproducteurs et de la même couveuse artificielle. Ces lots ont été répartis en trois groupes égaux, logés dans des cages séparées. Pour éviter toute confusion au cours des pesées et des manipulations les poussins ont été bagués. Placées dans une pièce bien éclairée, les cages ont été disposées de façon à rece-

voir la même lumière diffuse sans rayons solaires directs.

La ration de base pour tous les sujets en expérience était constituée par 90 parties de grains mélangés (maïs blanc, blé et kafir à parties égales) et 10 parties de viande de bonne qualité épuisée à l'autoclave. Le groupe 1 comprenant les lots 1, 2 et 3 recevait 0,50 % d'huile de foie de morue mélangée à la ration avant chaque repas pour éviter toute altération. Depuis qu'il a été démontré que la teneur en minéraux des aliments joue aussi un rôle dans le développement du rachitisme, les groupes 1 et 2 reçurent en outre une quantité de cendres de luzerne, équivalente aux cendres contenues dans la luzerne verte distribuée au groupe 3. Pour placer les sujets dans des conditions expérimentales absolument identiques, toute la luzerne employée provenait du même terrain. Elle était journellement coupée, séchée et réduite en cendres. Le groupe 2 (lots 4, 5 et 6), recevait 10 parties de jeunes pousses d'avoine développées dans une chambre bien éclairée. Seules les pousses vertes de 10 centimètres de longueur environ étaient employées.

Le groupe 3 (lots 7, 8 et 9), ne reçut pas de cendres mais 10 parties de luzerne verte. Toute la verdure distribuée aux deux derniers groupes était écrasée et mélangée intimement avant chaque repas. Au cours de l'expérience, les poussins ont été tenus dans les meilleures conditions hygiéniques. Pour déterminer l'influence de l'éclairage les lots ont été groupés de la façon suivante. Les lots 1, 4 et 7 étaient placés toute la journée dans un parquet extérieur où ils recevaient les rayons solaires directs. Le relevé du temps pendant la durée de l'expérience a montré qu'ils ont eu en moyenne six heures et demie de soleil chaque jour.

Les lots 2, 5 et 8 furent journellement soumis pendant cinq minutes aux rayons ultra-violets provenant d'une lampe de quartz de 220 volts à courant direct. Ils étaient placés à 92 centimètres de la lampe. Les lots 3, 6 et 9 restèrent pendant toute la durée de l'expérience dans une chambre bien éclairée où ils reçurent seulement une abondante lumière diffuse.

La nourriture consommée chaque jour par les différents lots était pesée ainsi que tous les poussins, individuellement le même jour de chaque semaine.

A la fin de l'expérience, 5 poulets de taille moyenne ont été choisis dans chaque lot et sacrifiés.

Les résultats de ces expériences ont été relevés dans le tableau suivant.

L'analyse a porté sur un humérus, un fémur et un tibia de chaque poulet sacrifié. Les os ont d'abord été séchés à 100°, puis, quand toute la matière grasse a été épuisée à l'éther, les pourcentages de chaux et de phosphore ont été déterminés. Les analyses du bréchet, du bec et des ongles ont donné des résultats identiques.

(POURCENTAGE DE CHAUX ET DE PHOSPHORE DANS LES OS
DE POULETS DE HUIT SEMAINES)

Ration	Groupe	Lot	Eclairage : Lumière	% de chaux dans les os	% de phos- phore dans les os	% de l'extrait éthéré	Condition des poulets
De base 99,25 % ; Huile de foie de morue à 0,50 % ; Cendres de lu- zerne 0,25 %.	1	1	solaire	17,00	8,36	36,0	normale
		2	ultra- violet	18,50	8,75	31,2	normale
		3	diffuse	18,40	8,66	24,5	normale
De base 89,75 % ; Germe d'avoine 10 % ; Cendres de luzerne 0,25 %.	2	4	solaire	18,25	9,07	28,5	normale
		5	ultra- violet	19,30	9,05	28,41	normale
		6	diffuse	12,20	6,09	11,5	rachitique
De base 90 % ; Lu- zerne verte 10 %.	3	7	solaire	19,85	9,55	30,7	normale
		8	ultra- violet	18,70	8,98	34,1	normale
		9	diffuse	12,35	6,07	12,0	rachitique

Ces résultats nous montrent que, si l'huile de foie de morue employée dans ces expériences, contenait suffisamment de facteurs antirachitiques pour prévenir la maladie, il n'en a pas été de même des pousses d'avoine et de la luzerne verte. D'après les auteurs, le faible pourcentage de l'extrait éthéré semble être typique du rachitisme.

S'il est impossible dans l'état actuel de nos connaissances en biochimie, de constituer un régime alimentaire antirachitique on peut très facilement l'améliorer par l'addition de certains produits riches en facteur D.

Au premier rang de ces produits nous trouvons l'huile de foie de morue. Nous l'avons employée avec succès pour les poussins, les dindonneaux, les pintadeaux et les canards. Son emploi est surtout intéressant pour les élevages importants où de nombreux poussins doivent être soumis à ce régime. Elle est très facilement acceptée avec un peu de son le matin à jeun. Préparer un mélange bien homogène et s'assurer que tous les poussins en consomment; 2 % environ de la mash semblent suffisants. Le jaune d'œuf donne également de très bons résultats. Son usage dans l'alimentation des jeunes est tellement répandu qu'il est inutile de la recommander. Nous estimons qu'il devrait être employé cru, délayé dans du lait et mélangé en pâtée avec de la mie de pain ou du gros son.

Le foie cru écrasé et mélangé à du son est très efficace. Il pourvoit en même temps aux besoins protéiques des jeunes poussins. Les foies de poisson très riches en facteurs A et D sont particulièrement recommandables. Il convient en outre de satisfaire les besoins minéraux (chaux et phosphates). Les os frais ont donné les meilleurs résultats : ils fournissent en outre une abondante provision de protéine. A défaut, les os séchés et pulvérisés, les phosphates bi ou tricalciques peuvent être ajoutés à la pâtée. Le professeur HALPIN recommande tout simplement de mélanger à la mash sèche, 2 % de carbonate de chaux sous forme de craie, 1 % de sel marin et du lait écrémé *ad libitum*.

Influence de la lumière solaire et des rayons ultra-violets. — Ayant observé depuis longtemps l'action bien-faisante et hygiénique d'un éclairage intensif des poulaillers, les expérimentateurs américains ont cherché à déterminer l'action spéciale des rayons solaires sur le développement des tissus et le fonctionnement des organes dans ses rapports avec le rachitisme des poussins.

C'est aux rayons ultra-violets que la lumière directe doit ses propriétés spéciales. Placés en dehors du spectre solaire, ces rayons invisibles sont absorbés par le verre de nos vitres. Les panneaux de coton, le vitrex, dont on garnit la façade de nos poulaillers actuels s'opposent également à leur passage.

La lampe de quartz à vapeurs de mercure a permis d'étudier et de doser les bienfaits de l'héliothérapie sans se préoccuper des caprices solaires.

Si l'huile de foie de morue donne des résultats remarqua-

bles dans le traitement préventif et curatif du rachitisme, le bain de soleil à l'heure où les rayons sont les plus ardents est non moins efficace. Les oiseaux guidés par leur merveilleux instinct, ne le recherchent-ils pas si l'on met à leur disposition un coin bien abrité.

Guidé par ces observations le professeur John A. MARTIN de l'Ontario (Canada) fait journellement sortir ses poussins âgés d'une semaine alors que le terrain est encore couvert de neige. Les professeurs G. HALPIN du Wiscousin et J.-C. GRAHAM de Amherst (Mass) ont organisé une propagande en faveur des bains de soleil pour combattre la faiblesse des pattes des poussins. Les travaux de STEENBOCK, HART, LEPKOWSKY et HALPIN, ont montré que la lumière solaire ou son équivalent en rayons ultra-violets, ont une influence marquée sur le développement des poussins et qu'une courte exposition suffit pour assurer une croissance normale.

Au cours de nombreuses expériences faites sur différents animaux, STEENBOCK a observé que des rations déficientes en vitamine antirachitique, exposées aux rayons solaires ou aux rayons ultra-violets, assuraient une croissance normale chez les rats. L'analyse des os de ces animaux étaient plus riches en éléments minéraux que ceux des animaux du contrôle. Des rats nourris avec de l'huile d'olive et du saindoux, exposés pendant trente minutes à la lampe de quartz ont donné à l'analyse des os une augmentation du pourcentage des cendres. Des différentes expériences entreprises par cet auteur, il résulte que certaines substances alimentaires peuvent devenir antirachitiques après une exposition aux rayons solaires. On ne connaît pas encore quelles substances alimentaires peuvent être traitées et par quel phénomène intime elles acquièrent ces propriétés. Ces observations sont encore trop récentes pour qu'on en puisse tirer des conclusions pratiques.

A l'Université du Maine des expériences très intéressantes ont été faites pour déterminer l'action des rayons ultra-violets sur la croissance des poulets.

Trois lots de poussins ont été placés dans une serre vitrée. Le lot I ne recevait que la lumière passant à travers les carreaux de la serre, c'est-à-dire sans rayons ultra-violets. Le lot II était traité journellement pendant quinze minutes par les rayons ultra-violets émis par une lampe de quartz. Le lot III sortait au dehors où il recevait la lumière directe.

Les résultats ont été les suivants : la plupart des poulets

du lot I ont été atteints de rachitisme. Environ 75 % sont morts. Tous les poulets du lot II ont survécu. Ceux du lot III se sont développés apparemment comme les précédents, cependant la radio-photographie a montré que leurs os étaient moins bien formés. En dix semaines, les poulets soumis aux rayons ultra-violets avaient un développement osseux que les poulets en liberté n'ont pu égaler qu'en douze semaines. D'après ces expérimentateurs, cette action des rayons ultra-violets sur le développement rapide des sujets, est très intéressante pour les éleveurs spécialisés dans la production du poulet de consommation. Elle leur permettrait de produire rapidement et en toute saison.

HUGHES, PAYNE et LATSHAM ont obtenu des résultats identiques sur de nombreux parquets de poussins. Ils ont observé que des lots de poulets soumis dix minutes aux rayons de la lampe de quartz, ou quelques heures au soleil ne manifestaient aucun symptôme de rachitisme, alors que la maladie se développait sur des poulets de même âge, nourris d'une façon identique mais ne recevant aucun traitement lumineux. D'après les analyses du sang, et des os, le dosage de la chaux et du phosphore est plus élevé chez les sujets soumis aux rayons ultra-violets.

Des résultats non moins intéressants ont été obtenus dans l'étude des rayons ultra-violets sur la production des œufs et sur la fertilité de ceux-ci. Trois lots de 12 poulettes Leghorn ont été mis en expériences le 1^{er} octobre. Ils recevaient la même ration, qui consistait en maïs jaune 82 %, poudre de viande 5 %, caséine 5 %, beurre 5 %, cendre d'os 3 %, le tout moulu en mash. Elles avaient en outre de l'avoine germée à discrétion.

Les lots I et II étaient dans un poulailler très bien éclairé, mais ne recevaient aucune lumière solaire directe. Le lot III était logé dans les mêmes conditions, mais avait un parcours où le soleil « donnait » toute la journée. Chaque lot avait un coq, mais pour réduire autant que possible l'influence du mâle sur la qualité des œufs à couvrir, il était changé de parquet chaque semaine.

Du 23 janvier au 12 mai, c'est-à-dire pendant seize semaines, les poules du lot I ont été soumises chaque jour dix minutes aux rayons ultra-violets d'une lampe de quartz. Du 1^{er} juin au 10 août, le lot II subit le même traitement.

Pendant la période qui précéda l'emploi des rayons ultra-violets la production des trois parquets était sensiblement la

même. Les rayons ultra-violetts eurent une action très marquée sur la production surtout la première semaine.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant, qui nous montre le très intéressant pourcentage d'éclosions.

EXPÉRIENCE DU 23 JANVIER AU 12 MAI

N° LOT	Traitement	Oufs produits en 16 semaines	% d'éclosions
Lot I . . .	Poulailler bien éclairé, plus 10 m. de rayons U. V.	497	78,1
Lot II . . .	Poulailler bien éclairé	124	40,4
Lot III . . .	Vivant dehors au soleil	617	58,4

La composition des œufs subit des modifications très sensibles ainsi qu'en témoignent les analyses résumées dans le tableau suivant :

a) Oufs ramassés après huit semaines d'application
de rayons U. V.

	LOTS		
	I	II	III
Poids moyen de la chaux dans la coquille.	1 gr. 83	1 gr. 290	1 gr. 710
Pourcentage de chaux dans le blanc.	0,087	0,0585	0,082
Pourcentage de chaux dans le jaune	0,242	0,212	0,264
Pourcentage de phosphore dans le blanc.	0,127	0,097	0,117
Pourcentage de phosphore dans le jaune.	1,155	1,090	1, 60

b) **Cœufs ramassés après seize semaines de traitement par rayons U. V.**

Poids moyens de la chaux dans la coquille	1 gr. 91	1 gr. 26	1 gr. 88
Pourcentage de la chaux dans blanc et jaune	0,192	0,184	0,212
Pourcentage de phosphore dans blanc et jaune	0,886	0,858	0,884

La moitié des poules du lot II moururent pendant la deuxième moitié de la période de seize semaines. Toutes ont manifesté d'abord une boiterie et ont ensuite perdu l'usage de leurs pattes. L'autopsie a révélé sur toutes un jaune rupturé dans le péritoine.

Dans la deuxième partie de l'expérience le traitement aux rayons ultra-violet, fut appliqué au lot II. Un changement inverse se produisit de suite dans les résultats. La mortalité cessa. Le pourcentage de ponte du lot I passa de 48,15 % à 23,51, celui du lot II de 11,18 % à 34,64. La composition des œufs varia dans le même sens.

Les expérimentateurs du Wisconsin estiment que l'absence de lumière solaire a une influence sur la formation des œufs sans coquille ou à coquille mince. D'un autre côté, ils ont trouvé à l'analyse que les embryons prêts à éclore provenant des poules soumises aux rayons ultra-violet, contenaient presque deux fois autant de chaux que les embryons issus des poules entretenues dans les conditions normales.

L'hypéreactivité fonctionnelle déterminée chez la poule par la lumière solaire et surtout par les rayons ultra-violet, provoque-t-elle une élaboration plus abondante du facteur antirachitique qui donnerait à l'éclosion une vitalité plus grande aux poussins? Les pourcentages variables observés à l'éclosion des œufs sont-ils en fonction de leur teneur en facteur antirachitique? Celui-ci agit-il seul pour assurer l'équilibre du rapport $\frac{P}{Ca}$ chez l'embryon et le poussin?

Ces mêmes auteurs ont d'ailleurs observé que des œufs

pauvres en vitamines A éclosent mal. Au cours des trois dernières saisons d'élevage ils ont remarqué que les jours ensoleillés, précédant et durant la ponte des œufs, avaient une influence marquée sur le pourcentage d'éclosions.

Quoique nous connaissions mieux le facteur liposoluble A, nous ne pouvons qu'émettre des hypothèses sur le rôle précis de ces indéterminés dans le processus biologique de l'incubation. Des observations minutieuses et des expériences longues et délicates permettront seules de vérifier ces faits.

Nous avons observé de nombreux cas de faiblesse des pattes sur des poules et des poussins tenus trop longtemps dans des serres. Les propriétaires opéraient ainsi pour tenir leurs volailles bien au sec. Si cet objectif était atteint le résultat n'en était pas moins désastreux, car les sujets après quelque temps de séquestration mangeaient moins, dépérissaient et finalement ne se tenaient plus sur leurs pattes. Un de nos sujets d'expérience, entretenu pendant huit mois dans une pièce bien éclairée à la lumière diffuse, montra à l'autopsie une décalcification presque complète des os plats.

Le bréchet ne formait plus qu'une mince plaque cartilagineuse : par contre, sur les os longs, le canal médullaire et la moelle osseuse avaient presque complètement disparu : l'os formait une masse compacte, pleine, recouverte par un périoste rugueux.

Les moyens propres à combattre ces causes physiques du rachitisme relèvent plutôt de l'hygiène et du milieu. « Où le soleil pénètre, la médecine va rarement. » Aussi, doit-on faire en sorte que le soleil puisse pénétrer dans les poulaillers le plus longtemps possible dans la journée pour y exercer son action bienfaisante. Il est en effet le grand destructeur de germes et l'ennemi des parasites; c'est le plus puissant des désinfectants. Par les jours froids d'hiver, il réchauffe le poulailler et il agit sur les volailles à la façon d'un tonique qui active les grandes fonctions et conséquemment stimule la ponte. Dans la région parisienne le poulailler devra être orienté sud-sud-ouest. L'éclairage sera assuré par des panneaux vitrés mobiles et en coton comprenant au moins les 2/3 de la façade : ils seront placés assez bas de façon que les rayons directs du soleil, pendant le cours de la journée puissent atteindre tous les coins du parquet. Les poussinières devront présenter les mêmes dispositifs. Les terrains d'élevage en plus de la perméabilité devront être bien exposés et abrités des vents dominants :

les prairies plantées d'arbres fruitiers entourées de haies conviennent très bien. Des modestes données scientifiques qui précèdent, les petits et les grands éleveurs pourront tirer quelques enseignements pratiques pour l'exploitation rationnelle de leur poulailler.

Ces développements pourront paraître superflus pour nos élevages agricoles où les volailles doivent « pousser toutes seules ». Le temps où l'on négligeait le poulailler est passé : on doit au contraire s'efforcer de diriger l'élevage, d'en moderniser les méthodes de façon à intensifier la production de la basse-cour.

CHAPITRE VII

SURALIMENTATION HIVERNALE DES PONDEUSES PAR L'ÉCLAIRAGE DES POULAILLERS : SON INFLUENCE SUR LA PONTE

La lumière artificielle n'a aucune influence spéciale, ni sur la poule, ni sur la ponte. Jusqu'ici on considère l'éclairage des poulaillers comme faisant **partie intégrante du problème alimentaire** : il doit donc être traité comme tel. Son application pratique ne peut être utilement tentée que sous certaines conditions que nous nous efforcerons de déterminer.

La différence entre la production des œufs en hiver et en été, réside essentiellement en ce que la poule, durant la belle saison, a plus de temps pour se nourrir, pour prendre de l'exercice, pour amasser ses réserves nutritives, alors qu'en hiver, pendant les journées froides, pluvieuses et surtout très courtes, la poule n'a pas le temps matériel de prendre l'exercice nécessaire au bon équilibre de ses fonctions, et, au point de vue alimentaire, ne peut ramasser qu'une ration d'entretien.

Il s'agit donc de fournir à la poule à l'aide de l'éclairage un plus grand nombre d'heures pendant lesquelles elle aura la faculté d'emmagasiner des matières premières en quantités suffisantes pour l'élaboration d'un produit fini : l'œuf.

Tout récemment encore, on attribuait la paternité de cette méthode au professeur E.-C. WALDORF et à M. et Mme C.-R. SHOUP, mais, le livre de DON FRANCISCO Y BUIL, publié en 1803, vient de sortir de l'oubli, pour nous apprendre qu'il y a près d'un siècle et demi, les paysannes de Castille avaient déjà coutume de pénétrer les soirs d'hiver dans leurs poulaillers et de donner à manger à leurs volailles à

la lueur tremblante d'un falot. Si le principe est le même, qu'il y a loin cependant entre la lanterne blafarde éclairant une pauvre chaumière et les milliers de lampes électriques jetant une éblouissante lumière sur les manufactures d'œufs d'outre-atlantique. Un siècle les sépare, néanmoins le Yankee comme la Castillanne, guidé par une compréhension exacte de son intérêt, cherche à intensifier la ponte dans la période de l'année où la vente des œufs est la plus rémunératrice.

Qu'importe si une production intensive atténue un peu la ponte de printemps! Augmenter la nourriture pour accroître la production, tenir les sujets en bonne condition d'activité, tel est le but à atteindre. A première vue, cela paraît bien simple, mais dans la pratique on se heurte à des difficultés qu'on ne saurait prévoir tout d'abord.

A quelle époque faut-il commencer l'éclairage? Quand et comment faudra-t-il l'arrêter? Quelles seront les meilleures heures, et devons nous faire coopérer un éclairage du matin et du soir, ou l'un ou l'autre séparément? Il est d'autres questions d'ordre physiologique non moins importantes qu'il est nécessaire de ne pas méconnaître. Quelle est l'influence de l'éclairage sur les poulettes, sur les poules; sur les reproducteurs et surtout sur la mue?

Autant de questions complexes, auxquelles nous allons nous efforcer de répondre, en profitant, et c'est là une maigre compensation à notre retard sur nos voisins, de l'expérience qu'ils ont parfois chèrement acquise.

Quelques chiffres d'abord pour montrer les avantages de cette pratique.

3.940 volailles entretenues dans 14 poulaillers différents ont donné les résultats suivants de septembre à février. La variation dans le nombre des volailles est due à ce que certains éleveurs n'ont pas envoyé régulièrement les résultats de ponte. Malgré cela, les chiffres ci-dessous représentent bien ce que l'on peut obtenir avec l'éclairage. Le pourcentage de production est obtenu en divisant le nombre d'œufs par 30 ou 365 suivant que l'on désire des résultats mensuels ou annuels.

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Total
Nombre de poulaillers	14	14	14	14	14	14	14
Nombre de volailles	3.940	3.940	3.940	3.371	3.878	3.745	3.802
Nombre d'œufs.	35.463	45.190	53.188	39.771	52.896	54.003	280.511
% de production	30	37	45	38,06	44	51,5	41
Moyenne de pourcentage où l'éclairage n'était pas employé. . .	62	13	15	20,4	25	33,3	22
Augmentation de production d'œufs. . . .	5.051	30.312	35.458	15.686	22.601	18.050	127.058

Ce relevé a été établi par les soins de M. Victor AUBRY, Chef aviculteur du New-Jersey. D'après cet auteur, la diminution notable de la ponte pendant le mois de décembre est due à une épidémie sérieuse de diphtérie qui a sévi sur plusieurs poulaillers importants. Où l'éclairage n'était pas employé, la moyenne de pourcentage a été calculée sur la production de 1.000 pondeuses réparties sur de nombreux élevages.

Toutes les volailles étaient alimentées et entretenues dans des conditions identiques; et, en général, sous la direction des experts de la station expérimentale.

Nous donnons page 134 le diagramme de la production de trois poulaillers (compris dans les 14 du tableau précédent) où la diphtérie n'a pas sévi.

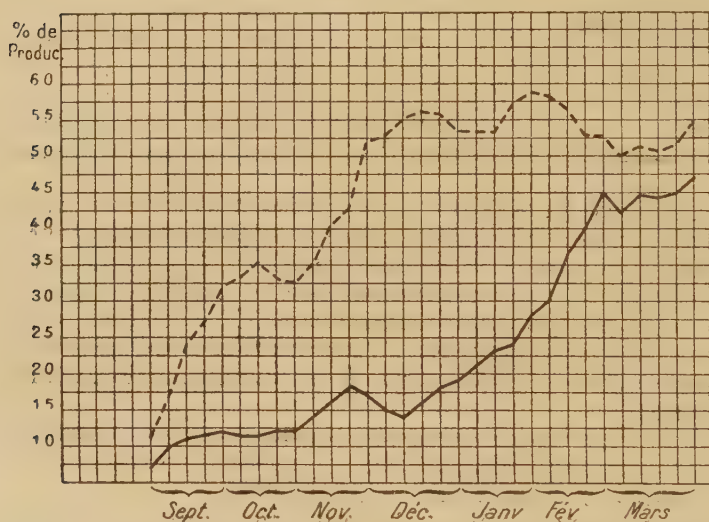
Ces courbes de production établies par les services de la station du New-Jersey, mettent en évidence les avantages de l'éclairage sur la production hivernale des pondeuses.

Le professeur DOUGHERTY estime que par l'éclairage la production peut atteindre 50 à 60 %. Cette surproduction peut durer jusqu'en mars. A cette époque, il survient quelquefois une baisse brusque de la ponte accompagnée d'une mue plus ou moins sévère durant 15 jours à un mois. L'éclairage semble augmenter la ponte d'hiver aux dépens de celle du printemps sans toutefois influencer sensiblement la production annuelle. Il peut être employé sans aucun incon-

venient, plusieurs années consécutives sur les mêmes volailles si on a soin de leur laisser une longue période de repos, au moment de la mue, pour récupérer leurs réserves et leur vitalité.

Envisageons maintenant le meilleur moment pour commencer l'éclairage artificiel. Sur cette question comme sur tant d'autres, il s'est élevé de nombreuses discussions. Certains prétendent qu'il faut éclairer dès le 1^{er} septembre pour ne finir que vers le 1^{er} avril, estimant que plus on commence tôt, plus on obtient de bons résultats.

GRAPHIQUE III



Graphique du pourcentage de production de 3 poulaillers éclairés---
et de poulaillers sans éclairage. —————

Ces mêmes aviculteurs s'élèvent contre l'opinion couramment émise, à savoir qu'il est sage d'attendre que les poules se soient mises à pondre pour pratiquer l'éclairage, afin de ne pas provoquer une production prématurée et un arrêt dans le développement des poulettes. Ils réfutent cette opinion par ce fait qu'une poule ne pond jamais qu'à l'état adulte. D'ailleurs l'éclairage ne peut que raccourcir la période de mue des poules adultes et achever le développement des poulettes sans leur porter aucun préjudice. Une autre objection, qui retient certains éleveurs à pratiquer

l'éclairage dès le mois de septembre, est la crainte d'une baisse dans la ponte au milieu de l'hiver et d'une mue au printemps. Ces raisons ne sont pas décisives, car on a déjà observé ces faits sur des lots de volailles éclairées assez tard en saison. Donc la cause réside autre part, à notre avis, c'est dans une nourriture impropre, un éclairage irrégulier ou défectueux, une mauvaise croissance des sujets ou dans les conditions perturbatrices du temps qu'il faut la chercher.

D'autres aviculteurs, dont le professeur LEWIS sont d'un avis différent. En ce qui concerne les reproducteurs, le distingué Maître nous dit :

Il ne faut pas employer l'éclairage avant le 1^{er} janvier, pour les poules qui serviront comme reproductrices au printemps suivant, et il faut le continuer jusqu'au 1^{er} avril au plus tard. De cette façon, on permettra aux poules de faire leur mue normalement à la fin de l'automne : pendant ce temps là, elles reprendront du poids et reviendront en condition normale de ponte vers le 1^{er} janvier.

Entre des avis si divers, les uns recommandant d'éclairer vers le 1^{er} septembre, d'autres vers le 1^{er} novembre ou même plus tard pour certains sujets, nous croyons que dans notre pays l'éclairage pourrait débiter dans la première quinzaine d'octobre pour se continuer jusqu'au 1^{er} avril.

Dans ces conditions il est donc indispensable de régler l'éclairage sur le développement des volailles. Pour les **poulettes précoces** pondant en août et septembre, il faut pousser à la consommation du grain de façon à maintenir la production au-dessous de 50 %. Soumises à un tel régime, elles continueront à pondre pendant une grande partie du mois d'octobre. L'éclairage devra être pratiqué au plus tard dès l'appartition des premières manifestations de la mue que l'on reconnaîtra à la baisse de la ponte et aux plumes répandues dans le poulailler. L'éclairage pourra ainsi retarder la mue jusqu'en janvier et même l'éviter complètement. Si ces poulettes précoces sont issues de grandes pondeuses, elles ont besoin de lumière pour leur assurer une alimentation en rapport avec leurs grandes facultés de ponte.

Pour les **poulettes tardives**, appliquer l'éclairage au 1^{er} novembre au plus tard, qu'elles soient en ponte ou non. Pendant cette période de croissance, il sera prudent d'augmenter la nourriture et même de distribuer des pâtées supplémentaires. Si elles sont très tardives l'éclairage accè-

lèra leur maturité. Dans ce cas, il est préférable d'éclairer modérément et de ne pas donner une nourriture trop riche pour éviter une maturité prématurée, la ponte de petits œufs et une diminution de la taille des sujets.

Les volailles d'un poulailler, en raison de leurs différences individuelles ne peuvent être éclairées d'une façon identique. Pour obtenir le maximum de résultats, il est nécessaire de les séparer en catégories suivant leur âge, leur condition et leurs qualités latentes de ponte.

Les poules qui font leur mue en juin, juillet et le début d'août sont de mauvaises pondeuses qu'il est plus économique de sacrifier immédiatement après la ponte.

Celles qui cessent de pondre fin août et septembre termineront leur mue dans le courant d'octobre. Soumises à l'éclairage à cette époque, elles donneront de suite une ponte appréciable qui se maintiendra tout l'hiver si elles sont bien nourries.

Les poules cessant de pondre courant octobre et les premiers jours de novembre, pourront être de suite soumises à l'éclairage avec la catégorie précédente. Elles reviendront ainsi plus rapidement en état de ponte. Cette pratique sera peut-être néfaste à certains sujets trop fatigués ou n'ayant pas une vigueur constitutionnelle suffisante pour supporter un tel surmenage.

Quant aux poules qui font leur mue fin novembre et courant de décembre, ce sont de grandes pondeuses. Elles méritent d'être conservées comme reproductrices. Après trois semaines environ de repos on les soumet progressivement à un éclairage donnant une journée de onze heures, puis douze heures et enfin treize heures de jour pour accélérer leur remise en état de ponte pour la saison de reproduction suivante.

Pour profiter de la ponte d'automne chez les vieilles poules, commencer l'éclairage au 1^{er} septembre. Les volailles n'ayant pas commencé à muer maintiendront leur production au moins jusqu'en novembre. Elles pourront être sacrifiées ensuite.

L'éclairage ayant pour but d'augmenter le nombre d'heures du jour, dans quelles proportions faut-il en user? Pour fixer ce chiffre on s'est judicieusement reporté à la meilleure période de ponte de l'année, c'est-à-dire au mois d'avril et mai. A cette époque, la poule reste active pendant treize heures environ. De ce fait, beaucoup d'éleveurs sont tombés d'accord pour fixer la journée d'hiver à

ce chiffre. On essaya quelquefois de l'augmenter, mais ce fut sans résultat : certains éclairèrent leurs poulailiers de façon que les oiseaux eussent quinze heures de jour, mais si les poules poussaient momentanément en plus grande quantité (on en a vu dont la production dépassait 70 %), ce rendement extraordinaire était bientôt suivi d'une dépression générale avec arrêt de la ponte. D'un autre côté, il arrive souvent que la lumière consommée après treize heures, est tout à fait inutile, donc supplément de dépenses sans augmentation de profits.

En résumé, *il est économique de s'en tenir aux chiffres suivants : treize heures d'activité, onze heures de repos et une production oscillant autour de 50 %.*

Faut-il éclairer le matin, le soir ou faire une combinaison des deux systèmes? Quant à l'avantage relatif de la lumière du matin comparée à celle du soir, des expériences ont prouvé qu'il n'y avait pas, entre les deux, des différences sensibles. En un mot, il apparaît que l'on se prononce pour l'un ou pour l'autre suivant sa commodité personnelle. Les laitiers, les nourrisseurs préfèrent l'éclairage du matin car il correspond avec l'heure de la première traite. Cependant, ceux qui allument le matin ont moins de mal à tenir leurs oiseaux actifs que ceux qui le font le soir, car, à ce moment, les poules ont une tendance à se coucher en dépit de la lumière, soit qu'elles y soient poussées par la fatigue, soit qu'elles n'éprouvent aucun désir de manger, ayant pu satisfaire ce besoin toute la journée.

Depuis ces toutes dernières années, se manifeste une tendance à substituer aux éclairages du matin et du soir, ce que les Américains appellent « l'evening lunch », ou repas du soir.

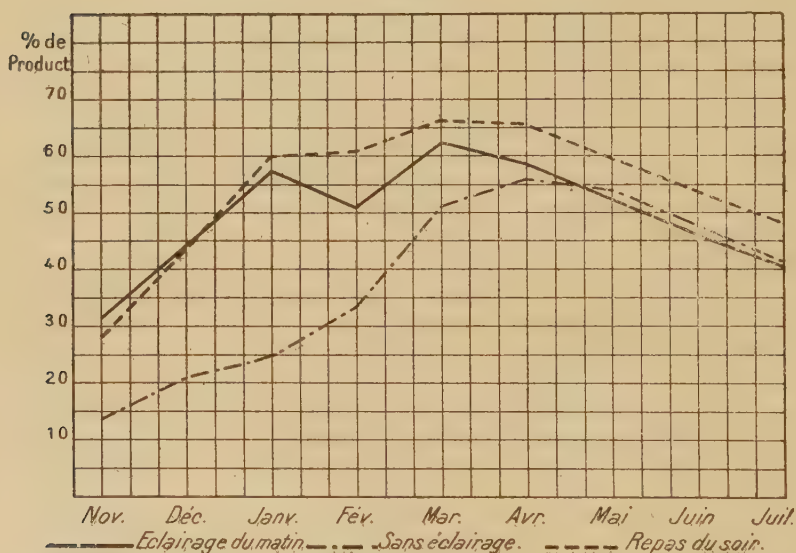
Avec ce système, les oiseaux passent toute leur journée comme en temps normal, c'est-à-dire qu'ils se lèvent quand il fait jour et se couchent au crépuscule. Tout en consommant une très forte ration, ils ne sont pas dérangés dans leur sommeil et leur repos. Cela leur permet de résister plus longtemps à cette suractivité fonctionnelle, digestive et reproductrice.

Quand la nourriture qu'ils ont prise avant de se coucher est en partie digérée, et par conséquent qu'ils éprouvent à nouveau le besoin de manger, c'est alors qu'il faut éclairer et distribuer un repas. On convient généralement que le meilleur moment est entre 20 et 21 h. 30.

Pendant les très courtes et sombres journées d'hiver, on

peut combiner l'éclairage du matin avec le repas du soir. Dans ce cas, on éclaire vers 7 heures lorsque les volailles commencent à se réveiller, cela leur permet de manger de suite au lieu d'attendre qu'il fasse complètement jour pour distinguer leur nourriture. Pendant ce court laps de temps, on a remarqué, d'après des expériences concluantes, qu'on obtenait de meilleurs résultats qu'avec un plus grand nombre d'heures d'éclairage effectué, soit le matin, soit le soir. On se rend facilement compte des avantages que présente le repas du soir, tant au point de vue de l'heure facile pour opérer que de l'économie réalisée en lumière.

GRAPHIQUE IV



Des expériences personnelles nous ont donné avec ce mode d'éclairage des résultats très satisfaisants, aussi c'est à ce système que vont nos préférences. D'après les chiffres relevés par l'expert aviculteur du New-Jersey sur plus de 60.000 volailles éclairées par les quatre méthodes; il résulte que le repas du soir a fourni les meilleurs résultats; venait ensuite l'éclairage du soir, puis l'éclairage mixte (matin et soir) et enfin l'éclairage du matin.

Les résultats obtenus à cette station ont été relevés dans le graphique IV.

Voici d'ailleurs les moyennes de production mensuelle par poule pour les quatre systèmes :

Éclairage	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Total
Repas du soir	8,2	13	12,9	12,5	14,8	14,8	76,2
Soir	7	11,6	13,3	13,7	15,8	14,6	76
Mixte	7,6	15,7	13,6	12,7	13,8	13,9	75,3
Matin	5,8	10,5	11,8	13,1	15,4	13,3	71,9

Quelle source de **lumière** peut-on employer? L'éclairage électrique est certainement le meilleur et le plus pratique, mais à son défaut, on peut employer l'acétylène et même de simples lampes à pétrole avec réflecteurs. Y a-t-il avantage à établir l'éclairage électrique du poulailler? Les aviculteurs américains considèrent qu'un œuf en plus par poule et par mois durant l'hiver paye le courant. Ils estiment en outre qu'avec un poulailler de 1.000 poules ou plus, les frais d'installation sont couverts dès la première année.

L'expérience a montré que la lumière devait être disposée de façon : 1^o que les perchoirs ne restent pas dans l'ombre; 2^o que le parquet soit directement éclairé pour permettre aux oiseaux de voir les grains dans la litière; 3^o que la lumière puisse être progressivement réduite pour inciter les volailles à regagner leurs perchoirs. Cette condition n'est pas indispensable. En outre pour éviter un éclairage insuffisant, laissant des coins mal éclairés, il est préférable de monter des petites lampes en plus grand nombre. Si le plafond du poulailler est bas, on aura intérêt à le blanchir à la chaux pour diffuser la lumière. Si le plafond est élevé et non blanchi, mettre des réflecteurs pour concentrer la lumière sur la litière et les trémies.

L'éclairage artificiel ne donnera des résultats satisfaisants qu'autant qu'il sera employé **avec une régularité absolue**. Un aviculteur de l'Ohio a fait à ce sujet une expérience accidentelle très concluante. Il commença l'éclairage d'un poulailler de 650 poules le 10 octobre, alors qu'il ne levait chaque jour que 12 à 15 œufs. La production augmenta rapidement pour atteindre 200 œufs par jour dans la première semaine de novembre. Un accident survint au générateur de lumière le 12 novembre. La production dimi-

nua aussitôt et le 18 elle n'était plus que de 140 œufs. Ce jour-là, la machine était remise en marche. La production continua à baisser; le 22 novembre elle était tombée à 102 œufs par jour. A partir de ce moment-là, elle commence à remonter pour continuer régulièrement. Les mois d'hiver lui ont donné les résultats suivants : novembre 24 % de production; décembre 46 %; janvier 51 %; février 51 %; mars 55 %; avant l'emploi de l'éclairage elle était de 25 % en moyenne pendant les mois d'hiver. Il déclare que ses poulettes soumises à l'éclairage pondent au printemps autant d'œufs que celles qui ne l'ont pas été. Il ajoute en outre, que 2.275 œufs provenant de poules éclairées pendant l'hiver, lui ont fourni 1.542 poussins, soit 64 % d'éclosions.

La **nourriture** doit être l'objet d'une attention toute particulière, car il ne faut pas oublier que l'éclairage ne produira aucun effet sur la ponte, si on ne donne pas en même temps une nourriture appropriée et en quantité suffisante.

La pratique rationnelle de l'éclairage exige donc une surveillance spéciale de la nourriture guidée par la production des œufs et l'état des volailles.

La ration journalière de graines à gratter sera distribuée dans la litière plusieurs fois dans la journée de façon à maintenir continuellement les volailles en activité. La quantité dépend du développement des poulettes, de leur maturité, de l'état d'embonpoint et surtout du pourcentage de production. L'observation de ces différents points doit servir de guide au producteur.

On considère qu'il faut distribuer journallement 6 kilogrammes environ de grains pour 100 volailles. Cette quantité doit être augmentée si les poules à la fin de la mue sont un peu maigres ou si les poulettes n'ont pas encore atteint leur complet développement. En général, au début de la saison d'hiver pendant les mois de novembre et de décembre, il est nécessaire de distribuer jusqu'à 7 kilogrammes et plus pour mettre les oiseaux en bonne condition de poids et éviter ainsi au printemps une dépression suivie d'une mue.

D'un autre côté, si les oiseaux sont trop gras et la production faible, il faut diminuer d'abord la consommation de mash en fermant les trémies pendant quelques heures, et même réduire les distributions de grains si cela est nécessaire, pour rétablir un bon équilibre entre la nourriture et la production.

A titre d'indication, nous reproduisons le tableau de dis-

MOIS	9 heures	15 heures	Repas du soir	Total
	<i>kgr.</i>	<i>kgr.</i>	<i>kgr.</i>	<i>kgr.</i>
Novembre	2,250	3,250	1	6,500
Décembre	—	—	1	—
Janvier.	—	—	1	—
Février	—	—	1	—
Mars	1,800	2,700	1	5,500

tributions de grains destinés aux producteurs employant le repas du soir. Pour 100 poules.

De l'eau propre et fraîche doit être tenue continuellement à la portée des volailles. Nous avons maintes fois remarqué qu'en descendant des perchoirs les poules vont d'abord boire, puis prendre de la coquille d'huître et enfin ramasser des grains.

La mash distribuée à l'aide de trémies permettra à la poule d'en manger autant qu'elle voudra. Le pourcentage de poudre de viande sera de 20 % du poids total. Il sera maintenu à ce taux pendant toute la période d'éclairage. Un dispositif permettra d'ouvrir et de fermer les trémies pour régler la consommation. Pour le repas du soir, chez les petits propriétaires, il est préférable de donner une pâtée chaude composée de croûtes de pain, riz, déchets de table, etc... De plus, une nourriture verte succulente, telle que choux, salades, betteraves, dont les volailles sont très friandes, sera à leur portée en permanence.

Mais, sous l'influence de la lumière la consommation ne va-t-elle pas augmenter au point d'annihiler les bénéfices résultant de l'augmentation de la ponte? A ce sujet, M. JACKSON nous fournit une statistique intéressante: le poids de la nourriture y est exprimé en livres de 453 grammes.

	Poids de nourriture consommée	Nombre d'œufs produits
25 poules sans éclairage	770 livres	765 œufs
25 poules <i>avec éclairage</i> (moyenne de 3 parquets)	887 —	1,229 —
25 poulettes sans éclairage.	915 —	1.331 —
25 poulettes <i>avec éclairage</i> (moyenne de 3 parquets)	960 —	1.629 —

L'expérience a duré du 28 novembre au 16 avril. L'augmentation de nourriture consommée est plutôt faible comparativement à la production d'œufs.

Au printemps, pour cesser l'éclairage, on doit prendre quelques précautions. En effet, de nombreux éleveurs ayant eu de très bons résultats pendant l'hiver et au commencement du printemps, ont eu la surprise de voir la ponte brusquement s'arrêter quand ils ont cessé l'éclairage; cet arrêt dans la production était parfois accompagné d'une mue.

Les volailles sont très sensibles aux changements de régimes ou de conditions; il en résulte immédiatement une diminution plus ou moins grande du rendement. C'est là la cause principale des échecs et des pertes subies par les éleveurs imprudents ou inexpérimentés. Il ne faut donc pas cesser l'éclairage d'un seul coup, mais progressivement afin d'habituer les volailles. L'expérience a montré qu'une réduction de dix minutes par jour n'avait aucun effet néfaste sur les sujets. D'ailleurs, au début de la saison, l'éclairage sera commencé dans les mêmes conditions.

Le repas du soir peut être donné jusqu'au 1^{er} avril puis cessé brusquement. Pour éviter les effets d'un changement trop rapide du régime alimentaire distribuer, un repas de grains juste avant la nuit, puis le combiner avec le repas de 4 heures.

Maintenant, quelle est l'influence de l'éclairage sur la **mue**? Cette question a soulevé de nombreuses discussions et est encore très controversée.

A ce sujet le professeur JACKSON nous dit :

La lumière affecte plus les organes producteurs d'œufs que la croissance; employée sur des oiseaux non adultes, elle peut les amener à pondre quand ils ne sont pas complètement développés; il n'est pas sage non plus de pousser à la ponte des poules qui ne sont pas débarrassées de la mue.

D'un autre côté, le professeur RICE a fait des observations intéressantes à ce sujet : il a remarqué que les poulettes nées en février, affaiblies par une ponte prématurée en juillet ou août, étaient prédisposées à faire une mue partielle ou générale sous l'influence de la lumière, tandis que celles nées en avril ou mai, se comportaient beaucoup mieux. Les observations de M. RICE ont été faites sur des Leghorns. Les poulettes tardives y sont aussi sujettes,

parce qu'elles sont plus faibles et qu'elles ne sont pas encore complètement développées.

Cette crainte d'une mue hors saison ne doit pas arrêter les éleveurs qui voudraient employer l'éclairage artificiel; elle se présente très rarement lorsqu'on commence l'éclairage d'une façon progressive vers le mois d'octobre et qu'on l'utilise ensuite avec une régularité absolue sur des volailles bien sélectionnées.

Nous terminerons cette discussion générale en résumant brièvement les données pratiques essentielles de l'éclairage des poulaillers pour augmenter la production des œufs en hiver.

Tout d'abord cette opération ne pourra donner des résultats satisfaisants qu'autant qu'elle sera exercée d'une façon méthodique et appliquée avec une *régularité absolue*. *Toute négligence dans l'éclairage, toute faute dans la distribution des aliments auront immédiatement leur répercussion sur la santé générale des sujets, sur la ponte et sur le résultat final de l'opération.*

D'après les périodiques avicoles américains, de nombreux éleveurs ont éprouvé au début de sérieuses déceptions faute de suivre strictement ces principes. Ces petites difficultés d'application ne sont qu'apparentes et ne doivent pas effrayer les débutants. Avec la généralisation de l'électricité dans nos campagnes le repas du soir de nos volailles est très facile à mettre en pratique aussi bien dans nos élevages ménagers que dans nos exploitations rurales. Le surplus de travail, de soins, d'attention sera d'ailleurs très largement compensé par la vente des œufs frais à une époque où ils seront rares et chers.

En résumé : 1° Ne soumettre à l'éclairage que des sujets très rigoureusement sélectionnés et bien développés.

2° Aménager l'intérieur du poulailler de façon à réserver aux volailles l'espace nécessaire pour prendre leur nourriture et leurs ébats.

3° Placer des lampes suffisamment puissantes pour éclairer les perchoirs et le parquet afin que les oiseaux puissent distinguer facilement les grains dans la litière.

4° Ne donner à la poule que treize heures de jour au maximum quelle que soit la méthode d'éclairage employée (éclairage du matin, du soir ou les deux réunis). Les bonnes pondeuses très actives ont besoin de moins d'éclairage que les poulés ordinaires.

5° Avec des volailles bien sélectionnées et en parfaite

condition les effets de l'éclairage se manifestent après dix à quinze jours. Les Leghorns et en général toutes les races légères semblent répondre le mieux aux effets de l'éclairage ;

6° Le repas du soir n'exige qu'une heure d'éclairage et peut se faire entre 20 et 21 h. 30. Au moment des jours les plus courts on pourra également les éclairer le matin après 7 heures.

7° Donner la lumière très régulièrement à la même heure. Cette condition est absolument essentielle : le moindre changement aura sa répercussion sur la santé des poules et sur la production.

8° Augmenter la nourriture dans une très forte proportion ; on considère que pour une partie de mash consommée, trois parties de grains doivent être distribuées. Il est dangereux de forcer la production d'hiver par l'éclairage, avec une forte consommation de mash à moins qu'il n'y ait une distribution correspondante de grain à gratter.

9° Tenir constamment à portée des volailles de l'eau fraîche, de la coquille d'huître et une abondante nourriture verte.

10° Observer et surveiller très attentivement le troupeau de façon à modifier le régime au cas où une mue prématurée surviendrait.

11° Isoler les reproducteurs et les alimenter normalement pour leur permettre de récupérer lentement leurs réserves épuisées par une ponte prolongée et une mue tardive. Dans ces conditions ils sont en état de fournir de très bons œufs à couvrir au début de la saison d'élevage.

12° Relever journallement la production et marquer les bonnes pondeuses d'hiver. Toutes celles qui, par une ponte intensive répondent à une suralimentation par l'éclairage sont certainement douées d'une constitution robuste associée à des facultés reproductives bien développées. C'est parmi elles que seront choisies les reproductrices de l'année suivante.

Avant d'essayer les heureux effets de l'éclairage nos fermières devront d'abord changer leurs méthodes d'élevage et employer les couveuses et les éleveuses artificielles de façon à n'avoir sur leur basse-cour que des poulettes du même âge.

CONCLUSIONS

1° Les œufs, comme la plupart des produits de la ferme, ne peuvent être obtenus d'une façon économique avec les méthodes actuellement pratiquées. Nous n'avons su ni développer, ni exploiter les solides qualités de nos belles races de volailles : mal logées, insuffisamment nourries, jamais sélectionnées pour la ponte, elles ne donnent qu'une production médiocre.

2° L'alimentation exige plus d'attention qu'on ne lui en a porté jusqu'à ce jour : la croissance et le développement des poussins, la maturité des poulettes, la production des œufs, la santé et la vigueur des volailles sont sous sa dépendance.

3° Les fermiers, les éleveurs industriels soucieux de résoudre économiquement les problèmes alimentaires doivent, non seulement, connaître les besoins nutritifs des volailles, mais encore les organes chargés de la digestion, les éléments essentiels et leur métabolisme, la composition des aliments et la constitution des rations.

4° Les volailles, en plus des qualités latentes de ponte, doivent manifester une constante activité, conséquence d'une santé robuste, d'une forte constitution, d'un bon état général et d'un équilibre parfait des grandes fonctions.

5° Les organes reproducteurs et digestifs exigent pour remplir leur rôle physiologique une cavité abdominale large, spacieuse, profonde. C'est un caractère important de bonne pondeuse.

6° De tous les éléments nutritifs, les principes azotés (protides) sont les plus essentiels. Si au printemps les volailles en liberté trouvent facilement ces matières, nous devons veiller pendant les autres saisons à ce qu'elles aient toujours le minimum d'azote indispensable à leur croissance, leur entretien et leur production.

7° Riches en substances ternaires (lipides et surtout glucides), les céréales constituant la nourriture habituelle des volailles sont nettement insuffisantes : des protéines

d'origine animale facilitent leur métabolisme et doivent leur être ajoutées.

8° Les besoins minéraux des volailles de nos fermes ne demandent aucune attention spéciale. Quant aux lots de nombreux poussins élevés artificiellement, aux grandes pondeuses des élevages industriels, ils devront être largement pourvus en matières salines facilement assimilables.

9° Dans l'état actuel de nos connaissances scientifiques, les vitamines, ces nouveaux facteurs complémentaires de la nutrition, ne doivent pas être méconnus, particulièrement au cours de l'élevage des poussins et de la croissance des poulettes.

10° La poule ne donnera des œufs en abondance qu'autant qu'on lui fournira en quantité et en qualité tous les éléments nécessaires à leur élaboration. Parmi nos céréales aucune graine ne remplit entièrement ce but : il est indispensable d'ajouter un supplément alimentaire pour constituer une ration bien équilibrée. La trémie permet de régler les distributions, tout en évitant le gaspillage. C'est le véritable régulateur économique de l'alimentation.

11° Si les volailles, à leurs différents stades de développement, ne reçoivent pas un minimum indispensable de ces facteurs essentiels et complémentaires de la nutrition, il en résulte des troubles fonctionnels graves pouvant amener des pertes considérables.

12° Le rachitisme qui fait de si grands ravages sur nos poussins, qui retarde la maturité des poulettes et nous laisse de nombreux sujets presque improductifs, est la conséquence de carences multiples, où le facteur antirachitique et les rayons ultra-violets jouent un rôle prédominant.

13° Pour prévenir ces affections et obtenir des sujets sains, vigoureux et productifs, il faut d'abord satisfaire à tous leurs besoins nutritifs et les loger dans un poulailler inondé de lumière directe, bien aéré et ventilé où ils trouveront le repos, le confort et l'hygiène. Ensuite, par une épuration continuelle, une sélection méthodique, on éliminera les volailles non qualifiées pour la ponte : les pondeuses seules, véritables travailleuses de la basse-cour seront conservées et entretenues. Il en résultera une *économie très sérieuse sur la nourriture*, une augmentation du pourcentage de la production, une vitalité plus grande du troupeau et un abaissement de la mortalité.

14° Nous terminerons en signalant l'importance du contrôle des aliments destinés aux animaux. Une réglementation

tion obligeant les commerçants à déclarer les éléments constitutifs des produits mélangés mis en vente, s'impose de plus en plus à l'attention des pouvoirs publics, pour protéger les éleveurs contre les agissements des fabricants ignorants ou malhonnêtes.

15° Devant l'indifférence des Services publics à l'égard *du plus beau fleuron de notre agriculture*, c'est aux aviculteurs, aux petits éleveurs, aux fermiers, en un mot à tous les producteurs d'œufs, à s'organiser pour développer la production de la basse-cour et résoudre plus économiquement les problèmes d'alimentation, par l'étude de meilleures formules de ration et l'achat en commun des aliments.

Vu : le Président de la thèse,

MARCEL LABBÉ

Vu : le Doyen

H. ROGER

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris

LAPIE

BIBLIOGRAPHIE

- BARRE (Dr L.). — Croissance et carences alimentaires, 1923.
- BEACH (J.-R.) et FREEBORN. — Common diseases and parasites of poultry in California, 1922.
- BEACH (J.-R.). — Studies of a nutritiorial disease of poultry caused by vitamin A deficiency. *Bull*, 378, 1924.
- CADIOT (P.-J.), LESBOURIES et (G.) RIES. — Traité de médecine des animaux domestiques, 1925.
- CHAUVEAU et ARLOING. — Traité d'anatomie.
- CUSTISS (G.-M.). — Use of artificial light to increase. Winter egg production, 1920.
- DAVIS (D.-E.) et BEACH (J.-R.). — A study of the relative value of certain succulent feeds and alfalfa meal as a source of vitamine A for Poultry, 1925.
- DECHAMBRE (P.). — Zootechnie générale.
- DESGREZ (A.). — Chimie médicale, 1921.
- EVANS (E.). — The biologie of fowl, 1923.
- FUNK (C.). — Histoire et conséquences pratiques de la découverte des vitamines, 1924.
- GOUIN (R.). — Alimentation rationnelle des animaux domestiques, 1922.
- Les aliments du bétail, 1922.
- HARDY (F. W.). — The chemistry of food for poultry keepers, 1923.
- HARING, JAFFA et BEACH. — A nutritional disease of poultry (*Cal, report*, 1919-1920).
- HART, STEENBOCK, HALPIN et JOHNSON. — New chick feeding facts, 1924.
- HENRY et MORISSON. — Feeds and feeding, 1919.
- HEUSER (G.). — Feeding for egg production.
- LAMBLING (E.). — Précis de biochimie, 1919.
- LAULANIE (F.). — Eléments de physiologie.
- LECOQ (R.). — Les maladies par carence, 1923.
- LEGENDRE (G.). — Les animaux de la basse-cour.
- LORENZINI (L.). — Essai de vitaminologie, 1925.
- LEWIS (H.-R.). — Production Poultry Husbandry, 1919.
- Poultry Laboratory guide, 1920.
- MÉGNIN. — Les maladies des oiseaux, 1893.
- MOUSSU (G.). — Les maladies des oiseaux de la basse-cour, 1923.
- NEUMANN (G.). — Parasites et maladies parasitaires des oiseaux domestiques, 1909.

- PEARL, SURFACE et CURTISS. — Diseases of poultry, 1921.
PORCHER (Ch.). — Cours lithographié de chimie organique, 1901.
PUNNETT (R.). — Heredity on Poultry, 1923.
RICE et BOTSFORD. — Poultry managment, 1926.
ROBERSTON (G.). — Poultry feeding, 1923.
SIMONNET (H.). — Le facteur liposoluble A, la croissance et la reproduction, 1925.
— Théories nouvelles de l'alimentation 1925.
VOITELLIER (Ch.). — Aviculture.
WARD et GALAGHER. — Disease of domesticated birds, 1920.
WATSON. — Farm poultry, 1923.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

- American poultry Journal.*
Hints to poultrymen.
Hygiène de la viande et du lait.
Poultry science.
Recueil de médecine vétérinaire.
Reliable poultry Journal.
Revue avicole.
Revue générale de médecine vétérinaire.
Revue de pathologie comparée et d'hygiène publique.
Revue vétérinaire.
Revue de zootechnie.
Travaux du I^{er} Congrès mondial d'aviculture, La Haye, 1921.
Travaux du II^e Congrès mondial d'aviculture, Barcelone, 1924.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	7
INTRODUCTION	11
CHAPITRE PREMIER. — Anatomie de l'appareil digestif des	
gallinacés	14
Digestion	16
De la capacité digestive	18
Etat de l'abdomen	19
Mastication gastrique et rôle du gravier	20
CHAPITRE II. — Des matières alimentaires	27
Matières azotées (protides)	31
Acides aminés	34
Rôles des acides aminés	37
Source des protéines	40
Principes hydrocarbonés (glucides)	42
Matières grasses (lipides)	45
Matières minérales	47
Vitamines	52
Facteur liposoluble A	57
Facteurs hydrosoluble B	58
Facteur antiscorbutique C	59
Facteur antirachitique D	60
Diastases	64
CHAPITRE III. — Des aliments	65
Aliments d'origine végétale	65
Aliments d'origine animale	70
Lait et ses sous-produits	73
Valeur comparative des aliments d'origine animale	75
Aliments minéraux	81
Digestibilité	83
CHAPITRE IV. — Rationnement	84
Méthodes d'alimentation	88
CHAPITRE V. — Des rations	92
Leur application à l'élevage agricole	94
Formules de mélanges alimentaires	98
Elevage ménager	104

Mélanges alimentaires commerciaux	106
Législation canadienne	106
CHAPITRE VI. — Carences alimentaires	109
Avitaminoses	111
Carence du facteur liposoluble A.	115
Carence du facteur hydrosoluble B.	118
Rachitisme	119
Influence de la lumière solaire et des rayons ultra-violets sur la nutrition	124
CHAPITRE VII. — Suralimentation hivernale des pondeuses par l'éclairage des poulaillers	131
CONCLUSIONS	145
BIBLIOGRAPHIE	148

